# أنشطة العلوم

## القوى والحركة



إعداد

دائرة النشر في مكتبة لبنان ناشرون

مكتبة لبنان ناشرون

# المُحتَويات






كِينْغ فِيشَر
مَكتبة لبنان ناشِرُون ش.م.ل

نَشْر مَكتبة لبنان ناشِرُون
بالتّعاوُن مَع شَركة كِينْغ فِيشَر للنّشْر





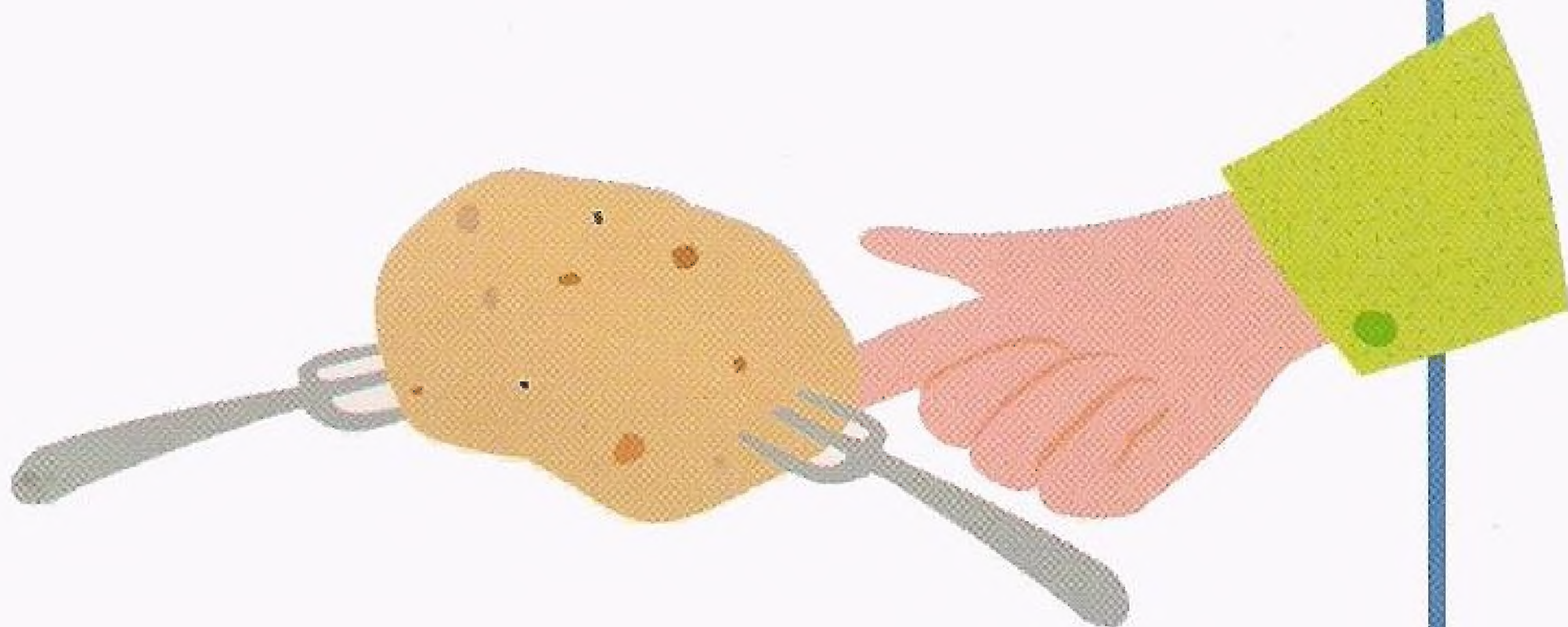
مَكتبة لبْنان ناشِرُون
صُندُوق البَريد : 9232-11
بَيروت - لبْنان

وُكَلاء ومُوزِّعون في جَميع أنحاء العالَم

الطّبعَة الأولى : 2002
طُبِعَ في لبْنان

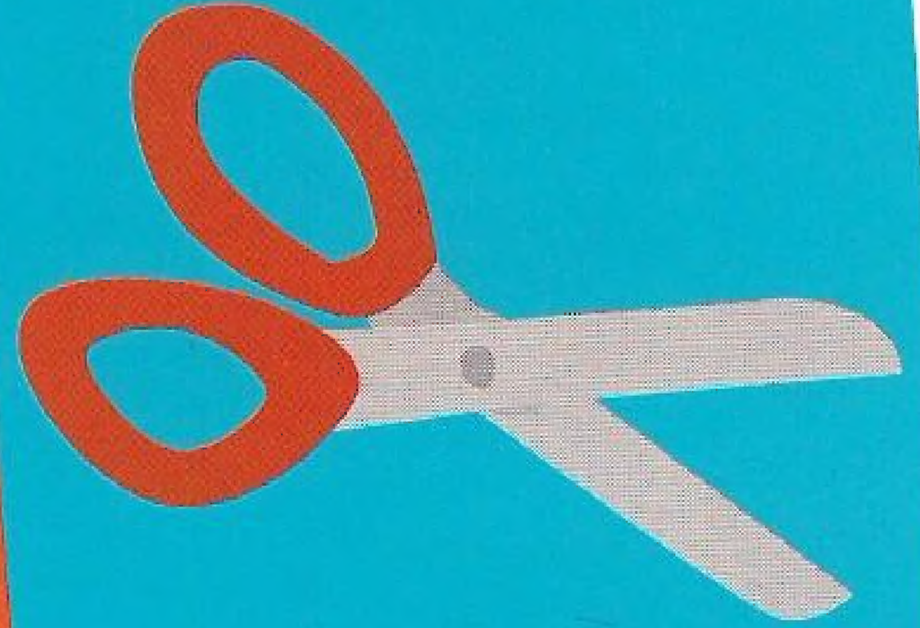
ISBN 9953-1-0513-8



## تنبيه

قبل أن تَبدَأَ أيَّ نَشاطٍ اقرَأْ خُطواتِ العَمَلِ كلَّها. ثمّ قُمْ بها بالتَّسلسُلِ. إنّ الحماسةَ والإندِفاعَ والتَّسرُّعَ قد تؤدّي إلى وقوعِ حوادثَ غيرِ مُستحَبّةٍ. قد يَتسبَّبُ المِقَصُّ أو المِطرَقةُ بأذًى كبيرٍ. اِسأَلْ راشدًا أن يُساعِدَكَ. تَمتَّعْ بتَجارِبكَ، لكن اجعَلْها آمنةً!



كُنْ شديدَ الحِرْصِ عند اسْتِخدامِ الغِراءِ. اِحرِصْ على اسْتِخدامِ النَّوعِ المُناسِبِ. اِتّبِعِ التَّعليماتِ بدقّةٍ وتَنبَّهْ إلى تَعليماتِ السَّلامةِ. إذا كنتَ في شَكٍّ من أمرِكَ، اسْأَلْ راشدًا.









في خارجِ المنزلِ، ابْتَعِدْ عن حَرَكةِ السَّيرِ، وتَجمُّعاتِ المياهِ، وأَعمِدةِ الكهرباءِ وغيرِها من مَصادرِ الخَطَرِ. أَبلِغْ راشدًا مسؤولًا عن الأماكنِ التي ستَزورُها والأَنشِطةِ التي ستَقومُ بها.

## رَمْزُ السّاعة




يُشيرُ رَمْزُ السّاعةِ في بدايةِ كلِّ تَجربةٍ إلى الوقتِ التَّقريبيِّ الذي يَستغرِقُهُ النَّشاطُ. تَستغرِقُ التَّجارِبُ كلُّها ما بين 5 دقائقَ و40 دقيقةً. إذا كنتَ تَستخدِمُ غِراءً، تَستغرِقُ التَّجربةُ وقتًا أطولَ ليُتاحَ للغِراءِ أن يَجِفَّ.

## تُواجِه صُعوبات؟



لا تَيأَسْ إذا رأيتَ أنّ شيئًا لا يَعمَلُ على نحوٍ صحيحٍ.



أَعِدِ النَّظَرَ في التَّعليماتِ والرُّسومِ فلَعلَّكَ تكونُ قد أَغفَلْتَ شيئًا.

تَحتاجُ بعضُ الأَنشِطةِ إلى صَبْرٍ - الغِراءُ يَلزَمُهُ وقتٌ ليَستقِرَّ وقد تَحتاجُ أحيانًا إلى بعضِ التَّعديلاتِ لتَتِمَّ التَّجربةُ على النَّحوِ الصَّحيحِ.



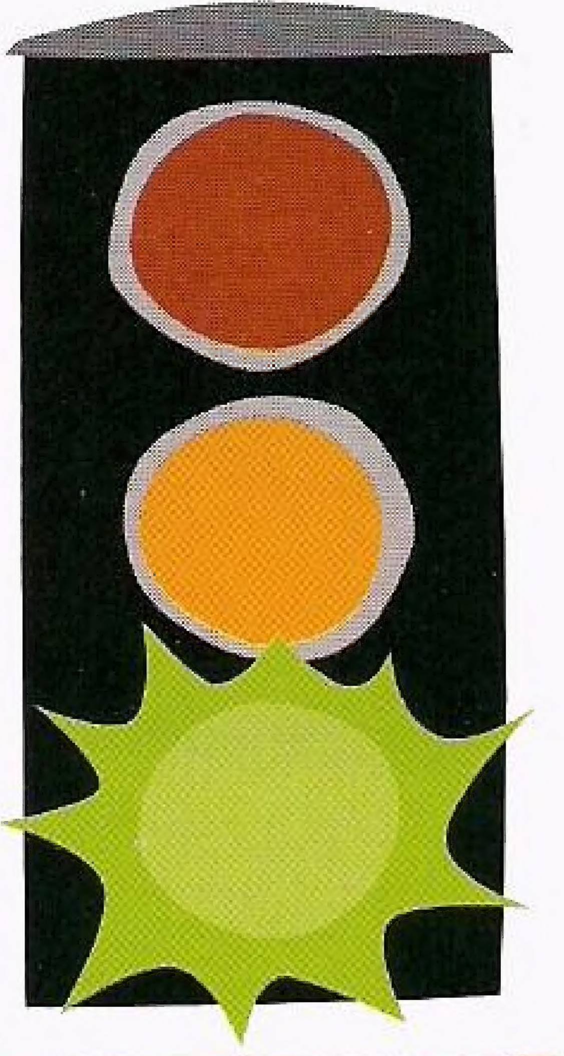
لستَ مُضطَرًّا أن تَقومَ بالأَنشِطةِ بالتَّرتيبِ الواردِ في الكتابِ، مع أنّه قد تَجِدُ أنّ اتّباعَ ذلك التَّرتيبِ أيسَرُ عَمَلًا. ولستَ مُضطَرًّا أن تَقومَ بكلِّ الأَنشِطةِ، لكن كلّما جَرَّبتَ المزيدَ منها تَجِدُ أنّكَ ازْدَدتَ فَهمًا للقُوى والحَرَكةِ، وازْدَدتَ اسْتِمتاعًا بها!

## كلمات عَويصة؟

إذا واجَهَتكَ كلمةٌ عَويصةٌ، أي صَعبةٌ، لا تَعرِفُ مَعناها، أو إذا كنتَ تُريدُ أن تَزدادَ معرفةً، انظُرْ إلى بابِ التَّعريفاتِ في الصَّفحتَينِ 38 و39.



# من هنا نَبدَأ



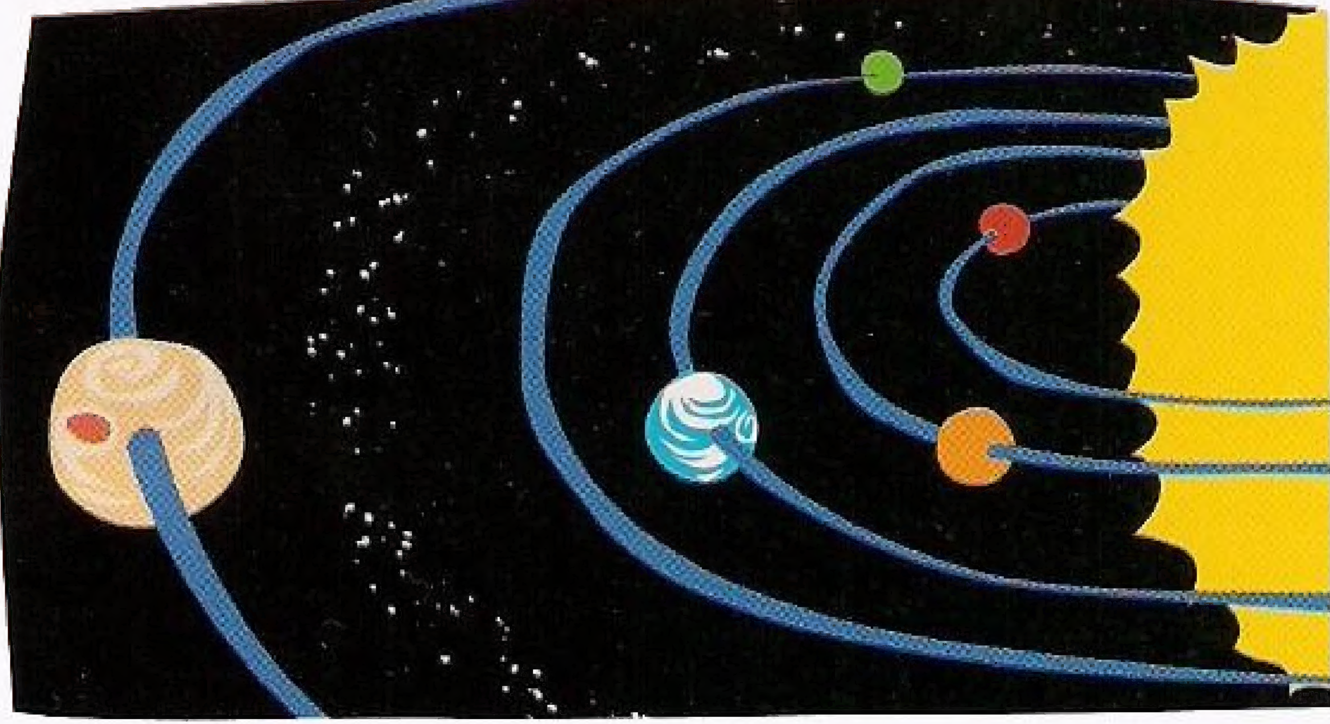
هل تَساءَلتَ يومًا كيف تَتحرَّكُ الأشياءُ بالطَّريقةِ التي تَتحرَّكُ بها؟ ما الذي يَجعَلُها تَبدأُ الحَرَكةَ؟ لِمَ تَسقُطُ الأشياءُ عندما تَقعُ منكَ؟ لِمَ كانتِ السِّباحةُ أصعبَ بكثيرٍ منَ المَشْيِ؟ ستَكتشِفُ في هذا الكتابِ أجوبةً على هذه الأسئلةِ، وعلى أسئلةٍ عديدةٍ غيرِها. هذا الكتابُ حافِلٌ بالتَّجاربِ التي يُمكِنُكَ القيامُ بها في المدرسةِ أو في البيتِ، وهي تَجاربُ ستُساعِدُكَ على فَهْمِ القُوى والحَرَكةِ.

## إستشعِرِ القوّة

في كلِّ مرّةٍ تَركَبُ درّاجةً، أو تُديرُ فيها مِقبَضَ البابِ، أو حتّى تُحرِّكُ ذِراعَكَ، أنتَ تَستخدِمُ القُوى. القُوى هي عَمليّاتُ الدَّفعِ والجَرِّ التي تَجعَلُ كلَّ شيءٍ يَتحرَّكُ.







الرِّياضيّونَ والرّاقِصونَ وسائقو سيّاراتِ السِّباقِ والبنّاؤونَ كلُّهم يَحتاجونَ إلى أن يَفهَموا كيف تَعمَلُ القُوى. المَكِناتُ كلُّها، من أَراجيحِ مَلاعبِ الأطفالِ إلى سُفُنِ الفضاءِ تَعتمِدُ على القُوى في حَرَكتِها. والقوى موجودةٌ في كلِّ مكانٍ، منَ القُوى الدَّقيقةِ التي تَجعَلُ الذَّرّاتِ مُتماسِكةً إلى القُوى الهائلةِ التي تَجعَلُ الكواكبَ تَدورُ حول الشَّمسِ!

## اللَّوازم



معظمُ ما يَلزَمُكَ للقيامِ بتَجاربِ هذا الكتابِ تَجِدُهُ في أرجاءِ المنزلِ. إذا لم يَكُنْ عندكَ الأشياءُ نفسُها التي تَراها في الصّوَرِ، بإمْكانِكَ أن تَستعمِلَ أشياءَ مُشابِهةً أو قريبةً منها تؤدّي الوظيفةَ نفسَها. ولعلَّكَ تَقدِرُ على تحسينِ بعضِ الأفكارِ التي تَجِدُها هنا. إنّ إيجادَ الحُلولِ البَديلةِ هو جُزءٌ منَ المُتعةِ التي ستَستَشعِرُها عند قيامِكَ بهذه التَّجاربِ! يَلزَمُكَ في معظمِ التَّجاربِ أوعيةٌ فارغةٌ. فابدَأْ بالاحتفاظِ بقناِنٍ بلاستيكيّةٍ فارغةٍ، ولَمباتٍ وعُلَبِ كَرتونٍ. لا تَعرِفُ متى تَحتاجُ إلى شيءٍ من ذلكَ.



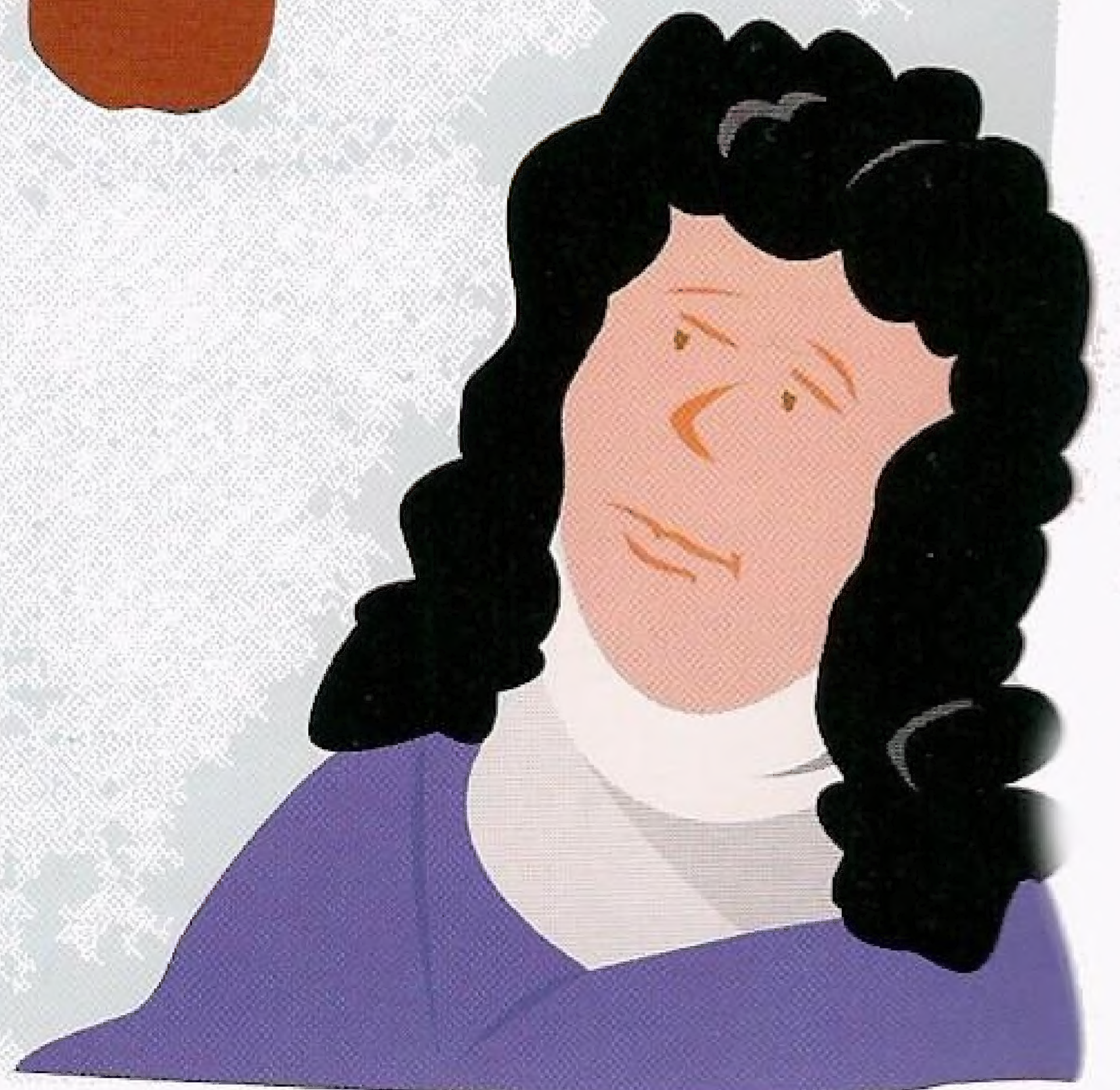
ستُلاقي تَجاربُكَ نِسبةً أعلى منَ النَّجاحِ إذا أنت حافَظْتَ على نَظافةِ المكانِ وكنتَ مُرتَّبًا في خُطواتِ عَمَلِكَ كلِّها.

## نَظرة إلى الماضي

### تُفّاحة نيوتُن

تَتِمُّ الاكتشافاتُ العظيمةُ أحيانًا بطريقِ الصُّدفةِ. عاشَ العالِمُ الإنجليزيُّ إسحق نيوتُن قبل نحوِ 300 سنةٍ. ويُقالُ إنّه بينما كان جالسًا ذاتَ يومٍ في حديقةِ منزلِهِ رأى تُفّاحةً تَسقُطُ عن الشّجرةِ. فأدرَكَ أنّه لا بُدَّ أن يكونَ هناك قوّةٌ خفيّةٌ تَشُدُّ التُّفّاحةَ نُزولًا نحوَ الأرضِ. وقد تَساءلَ عمّا إذا كانت هذه القوّةُ، واسمُها الجاذبيّةُ، تؤثّرُ أيضًا في القمرِ والنُّجومِ والكواكبِ. وقد غيّرت آراؤُه حول الجاذبيّةِ فَهْمَنا للكونِ تغييرًا تامًّا.





### على مِقياس مُختلِف

يَسهُلُ حسابُ وَزْنِكَ بالنّيوتُنات. ما عليكَ إلّا أن تَضربَ كُتلةَ جِسْمِكَ (بالكيلوغرام) بـ 10. على سطح القمرِ، يكونُ وَزْنُكَ أخفَّ بستِّ مرّاتٍ ممّا هو على الأرضِ. كُتلةُ الجِسْمِ لا تتغيّرُ، لكنّ الوَزْنَ يَتوقّفُ على المَوضِعِ الذي نحن فيه.

### اِصنَعْ ميزانًا

10

**اللّوازم**

- قالَبا كَعْك فارغان، الواحد منهما أصغر منَ الآخر
- نابِض كبير من فَرشة قديمة أو من كُرسيّ قديم
- كيس سُكّر وَزْنه 1 كغ
- قَلَم تَعليم

ضَعِ النّابِضَ الكبيرَ في القالَبِ الكبيرِ، ثمّ ضَعِ القالَبَ الأصغرَ فوق النّابِضِ. ضَعْ كيسَ السُّكّرِ في القالَبِ الصّغيرِ. ضَعْ على القالَبِ الصّغيرِ عند مُستوى حافّةِ القالَبِ الكبيرِ علامةَ «10 ن». إستخدِمْ أجسامًا أُخرى ثقيلةً لتَضعَ علاماتٍ أُخرى فيكونَ عندك ميزانٌ. بإمْكانِكَ أن تَستخدِمَ ميزانَ المطبخِ الذي صَنعتَهُ - تَذكَّرْ فقط أنّ 1 كغ يَزِنُ 10ن.




**ماذا يَحدُثُ للنّابِض عندما تَضَعُ الأجسام في القالَب؟**

### ماذا حَدَثَ؟

في هذه التّجرِبة، قوّةُ الجاذبيّة تَضغَطُ النّابِضَ، في حين أنّها في التّجربة السّابقة مَطّتِ الرّباطَ المَطّاطيَّ. كلّما زادَتْ كُتلةُ الجِسْمِ زادَتْ قوّةُ شَدّ الجاذبيّةِ له إلى أسفلَ وزادَ انْضِغاطُ النّابِضِ.

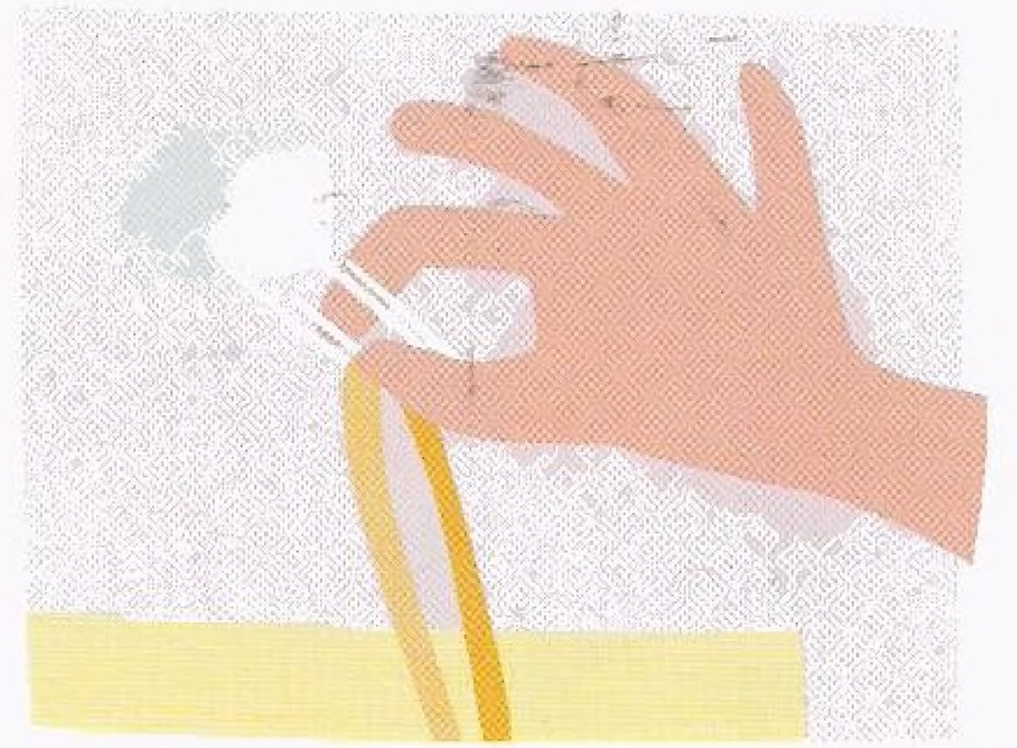


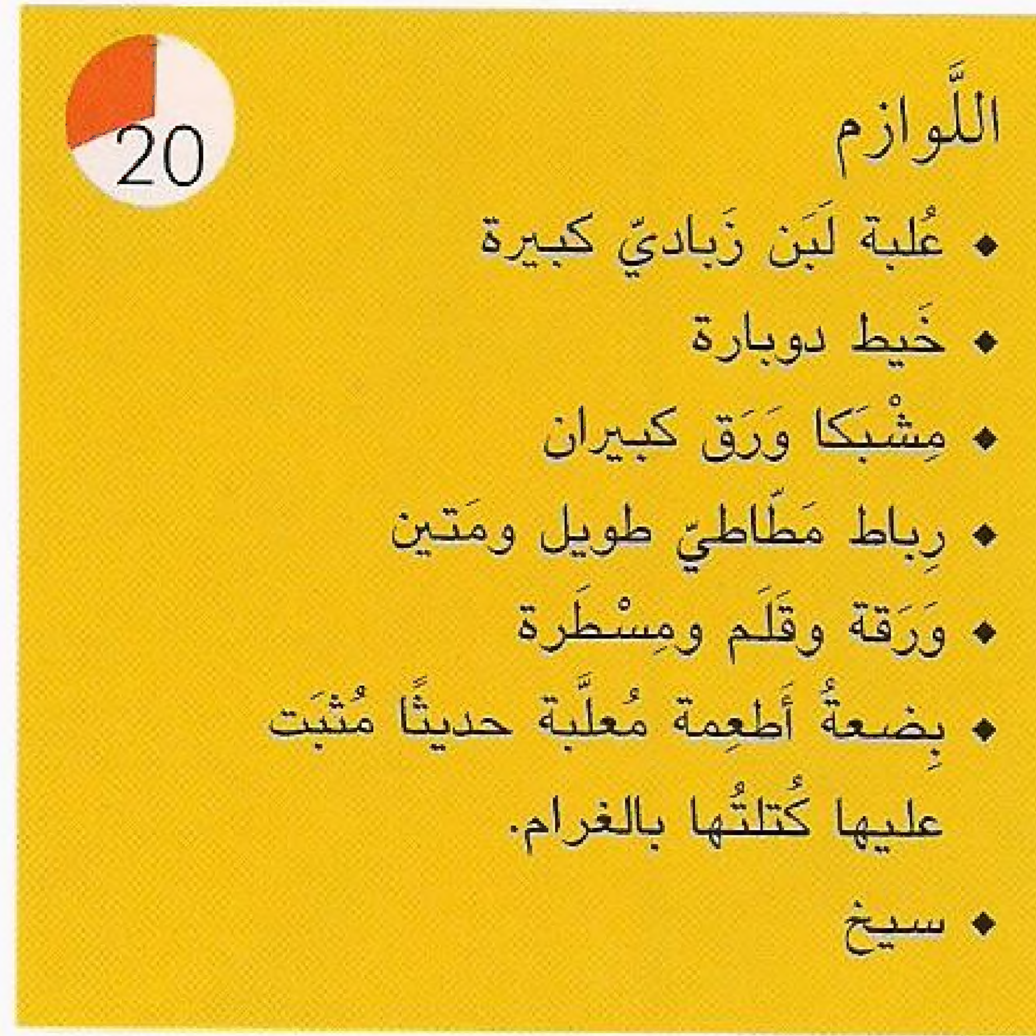
# قياس القوى

القُوى من حولِنا وحوالَينا. إنّها عَمليّاتُ الدَّفْعِ والجَرِّ التي تُؤثِّرُ في شكلِ الأشياءِ وفي طريقةِ حَركتِها. شِدّةُ القوّةِ تُقاسُ بوَحدةِ النّيوتن (ن) على اسْمِ العالِمِ الإنجليزيِّ والرّياضيِّ إسحق نيوتن. على الأرضِ، لكلِّ شيءٍ وَزْنٌ. وهو قوّةُ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ التي تَشُدُّ الأشياءَ نُزولًا. في الحياةِ اليوميّةِ، نُشيرُ إلى الوَزْنِ بالكيلوغرامِ. لكنْ لأنّ الوَزْنَ قوّةٌ، يجبُ أن يُقاسَ فعليًّا بالنّيوتُن. على الأرضِ، يكونُ لكُتلةِ 100غ وَزْن 1 ن، ولكُتلةِ 1كغ وَزْن 10 ن.

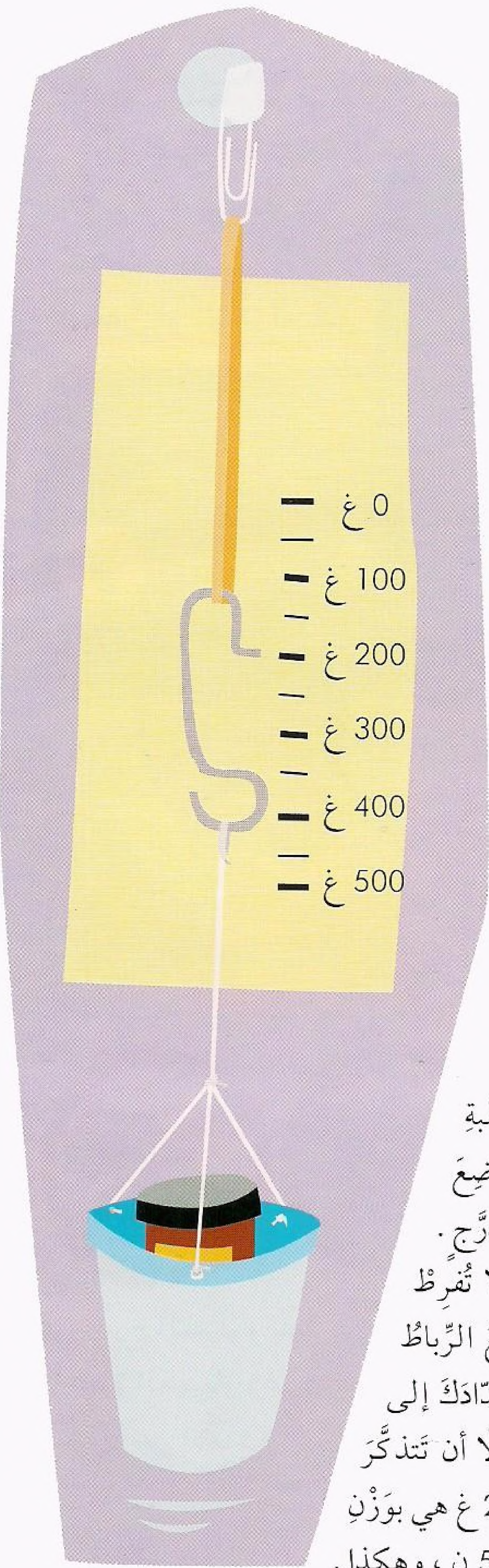
## اِصنَعْ عَدّادَ قوّة

يَسهُلُ صُنْعُ عَدّادِ قوّةٍ يُمكِنُكَ اسْتِخدامُهُ لقياسِ قوّةِ الجاذبيّةِ.

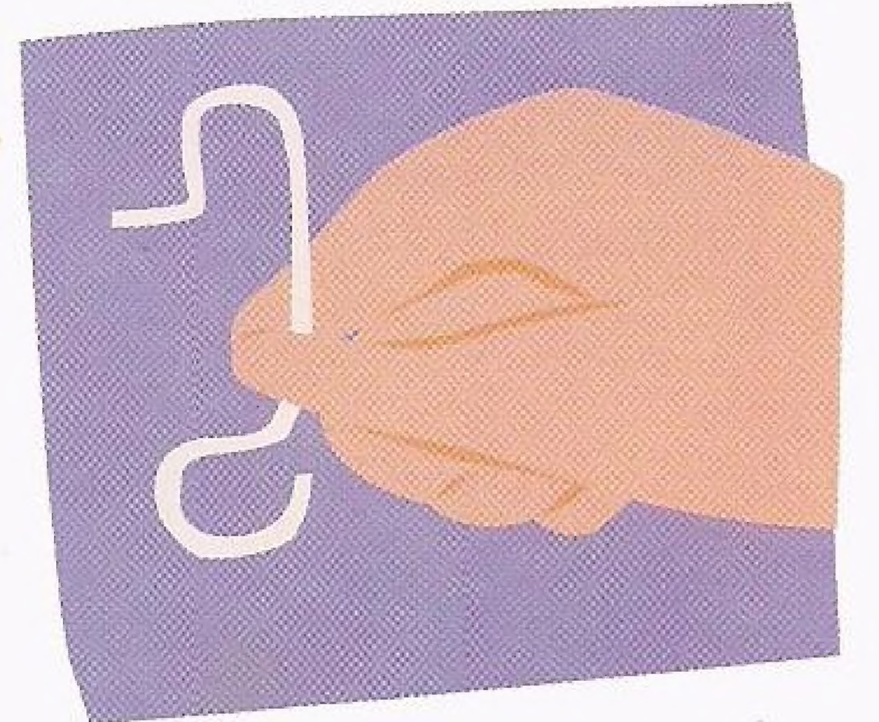




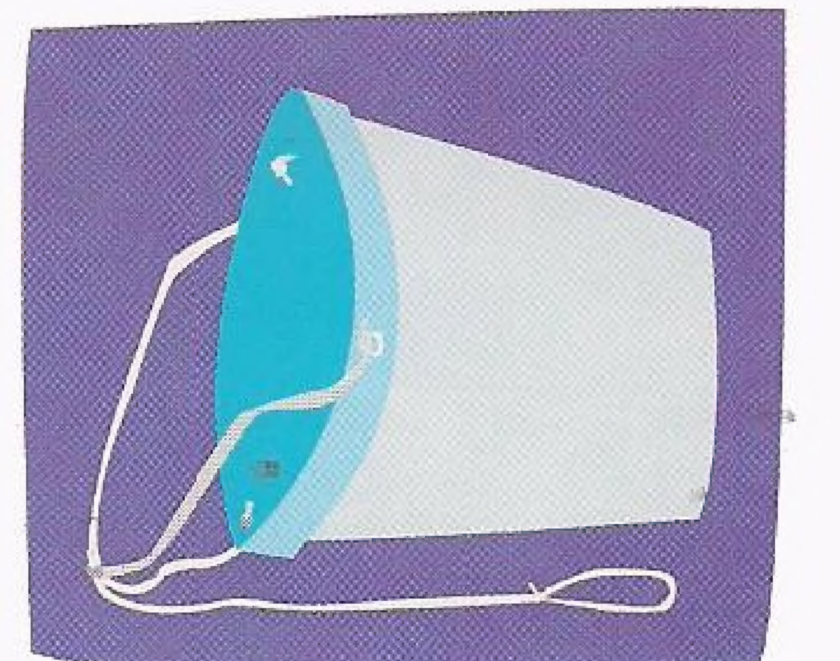

اللّوازم
- عُلبة لَبَن زَباديّ كبيرة
- خَيط دوبارة
- مِشْبكا وَرَق كبيران
- رباط مَطّاطيّ طويل ومَتين
- وَرَقة وقَلَم ومِسْطَرة
- بِضعةُ أَطعِمة مُعلَّبة حديثًا مُثبَت عليها كُتلتُها بالغرام.
- سيخ




**1** فَتِّشْ عن خُطّافِ تَعليقٍ مُثبَتٍ على الحائطِ، ثمّ عَلِّقْ على الجدارِ تحته وَرَقةً. عَلِّقِ الرِّباطَ المَطّاطيَّ بمِشْبَكِ الوَرَقِ وعَلِّقْ مِشْبَكَ الوَرَقِ بخُطّافِ التَّعليقِ.



**2** اِفتَحْ مِشْبَكَ الوَرَقِ الثّاني واعْمَلْ من أحدِ طَرَفيهِ خُطّافًا ومنَ الطَّرَفِ الآخرِ مؤشّرًا. قد تَحتاجُ إلى بعضِ العَونِ وإلى زَرَديّةٍ.

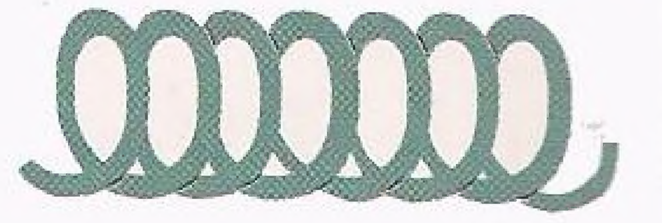


**3** إعمَلْ ثُقوبًا في مدارِ حافّةِ عُلبةِ اللَّبَنِ الزَّباديِّ. واسْتخدِمْ خَيطَ الدّوبارةِ لعَمَلِ مسكةٍ. عَلِّقِ العُلبةَ منَ الرِّباطِ المَطّاطيِّ من جهةِ الطَّرَفِ المَعقوفِ منَ المِشبَكِ.

**4** ضَعْ مُعلَّباتِ الغذاءِ في العُلبةِ الواحدةَ بعد الأُخرى، وعَلِّمْ مَوضِعَ المُؤشِّرِ للحُصولِ على مِقياسٍ مُدرَّجٍ. خَلِّ عَينَيْكَ على مُستوى المؤشِّرِ. لا تُفرِطْ في زيادةِ حِمْلِ العُلبةِ، وإلّا سيَنقطِعُ الرِّباطُ المَطّاطيُّ. إذا شِئْتَ أن تُحوِّلَ عَدّادَكَ إلى نيوتُناتٍ بَدَلَ الغراماتِ، ما عليكَ إلّا أن تتذكَّرَ أنّ 100غ هي بوزْنِ 1ن، لذا فإنّ 250 غ هي بوزْنِ 2,5 ن، وإنّ 500 غ هي بوَزْنِ 5 ن، وهكذا.

### ماذا حدَثَ؟

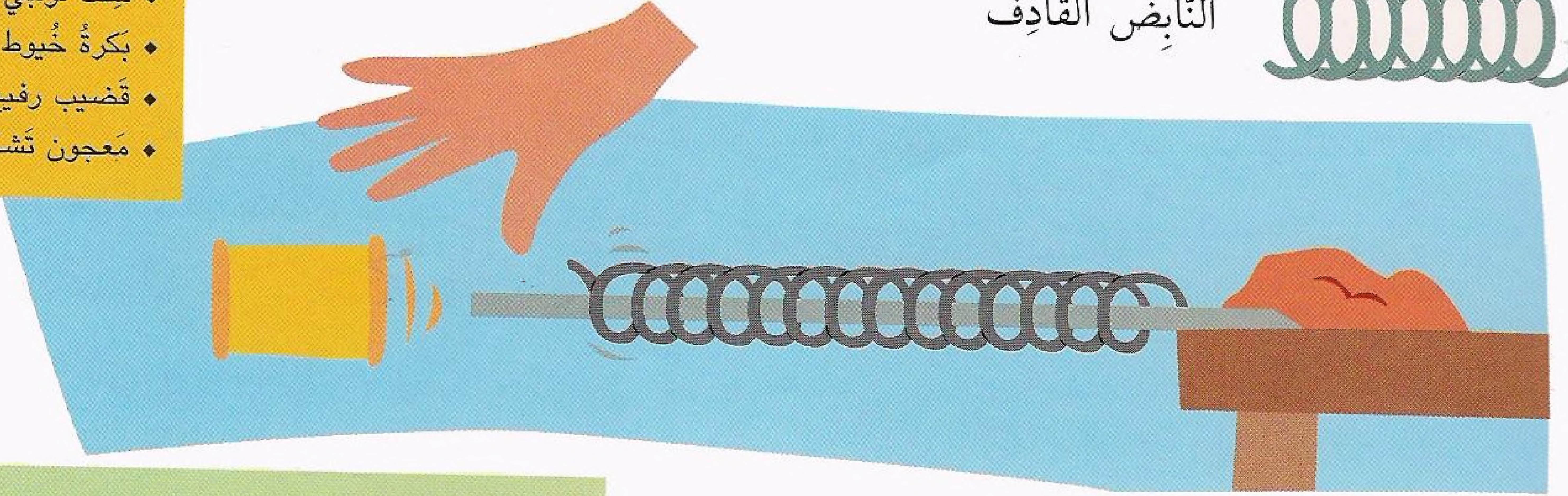
للأشياءِ وَزْنٌ لأنّ الجاذبيّةَ الأرضيّةَ تَشُدُّها. كلّما عَظُمَ شَدُّ الجاذبيّةِ زادَ الوَزْنُ. الوَزْنُ هو في الحقيقةِ قوّةُ شَدِّ الجاذبيّةِ لشَيءٍ. والعَدّادُ الذي صَنَعتَهُ يَعمَلُ على أساسِ أنّه كلّما ازْدادَ وَزْنُ الشّيءِ ازْدادَ مَطُّ الرِّباطِ المَطّاطيِّ.



## النّابِض القاذِف

10

### اللّوازم
- سِلْك لَولَبيّ من دفتر قديم
- بَكرةُ خُيوط
- قَضيب رفيع مُستقيم
- مَعجون تَشكيل



ثَبِّتِ العودَ إلى طَرَفِ طاولةٍ بكُتلةٍ من مَعجونِ التَّشكيلِ. أَدخِلِ السِّلْكَ اللَّولَبيَّ ثمّ البَكرةَ في العودِ. اِضغَطْ على البَكرةِ نُزولًا ثمّ أَفلِتْها. ما المسافةُ التي تَصِلُها البَكرةُ في طَيَرانِها؟ ماذا يَحدُثُ لو زِدْتَ في كُتلةِ البَكرةِ بإضافةِ مَعجونِ تَشكيلٍ إليها؟

### ماذا حَدَثَ؟

النّابِضُ المَضغوطُ يَدفَعُ البَكرةَ، فتَطيرُ خارِجةً مِنَ العودِ. وكلَّما زادَتْ كُتلةُ البَكرةِ نَحتاجُ إلى قوّةٍ أكبَرَ لنَجعَلَها تَطيرُ المسافةَ نفسَها.

## العُلبة المُتدحرِجة

إعمَلْ ثَقبَينِ في غِطاءِ العُلبةِ وثَقبَينِ في قاعِها. قُصَّ الرِّباطَ المَطّاطيَّ ثمّ أَسلِكْهُ عبرَ الثُّقوبِ وارْبِطْهُ كما ترى في الصّورةِ. عَلِّقْ وَزْنًا في مَوضِعِ تَقاطُعِ الرِّباطِ المَطّاطيِّ وأَطبِقِ الغِطاءَ. الآنَ دَحرِجِ العُلبةَ إلى الأمامِ على مَهْلٍ ثمّ أَفلِتْها.

10

### اللّوازم
- عُلبة أُسطوانيّة كبيرة ذات غِطاء
- رِباط مَطّاطيّ طويل
- عَزَقة ثقيلة أو وَزْن مُشابِه
- مِطرَقة ومِسمار (اِسأَلْ راشدًا)




### ماذا حَدَثَ؟

تَعودُ العُلبةُ إليكَ لأنّ الوَزْنَ يَظَلُّ مُعلَّقًا تحت الرِّباطِ المَطّاطيِّ، ممّا يَتسبَّبُ بجَدْلِ الرِّباطِ إذ تُدحرِجُ العُلبةَ. وتَتدحرَجُ العُلبةُ عندما تُفلِتُها بفِعْلِ الطّاقةِ الكامِنةِ المُختزَنةِ في الرِّباطِ المَطّاطيِّ المَجدولِ.




## راديو زُنبُركيّ

هذا الراديو لا يَلزَمُهُ بَطّاريّةٌ أبدًا! إنّ له، بَدَلَ ذلك، مِرفَقًا يُدارُ باليَدِ ممّا يَخزِنُ الطّاقةَ في نابِضٍ كبيرٍ. وإذ يَنحَلُّ النّابِضُ بُبطءٍ، فإنّه يُديرُ مولِّدًا صغيرًا يُشغِّلُ الرّاديو في كلِّ مرّةٍ لنحوِ 20 دقيقةً. وهو مِثاليٌّ للمَناطِقِ النّائيةِ.

# كَبْس وجَدْل

بإمْكانِ القُوى أن تُغيِّرَ شكلَ الأشياءِ. عندما يَنثني شيءٌ أو يُجدَلُ أو يَنضغِطُ أو يَتمدَّدُ فهذا يَعني أنّ هناك قوّةً تؤثِّرُ فيه. المَوادُّ المَرِنةُ أو المَطّاطةُ تَسعى إلى أن ترتَدَّ إلى شكلِها الأَصليّ عند زَوالِ القوّةِ المُؤثِّرةِ. هذا يَعني أنّها تَختزِنُ طاقةً ثمّ تُطلِقُها لتجعلَ الأشياءَ تَتحرَّكُ. من أمثلةِ ذلك، اللُّعَبُ والسّاعاتُ التي تَعمَلُ بواسطةِ لَفِّ الزُّنْبُرُكِ.

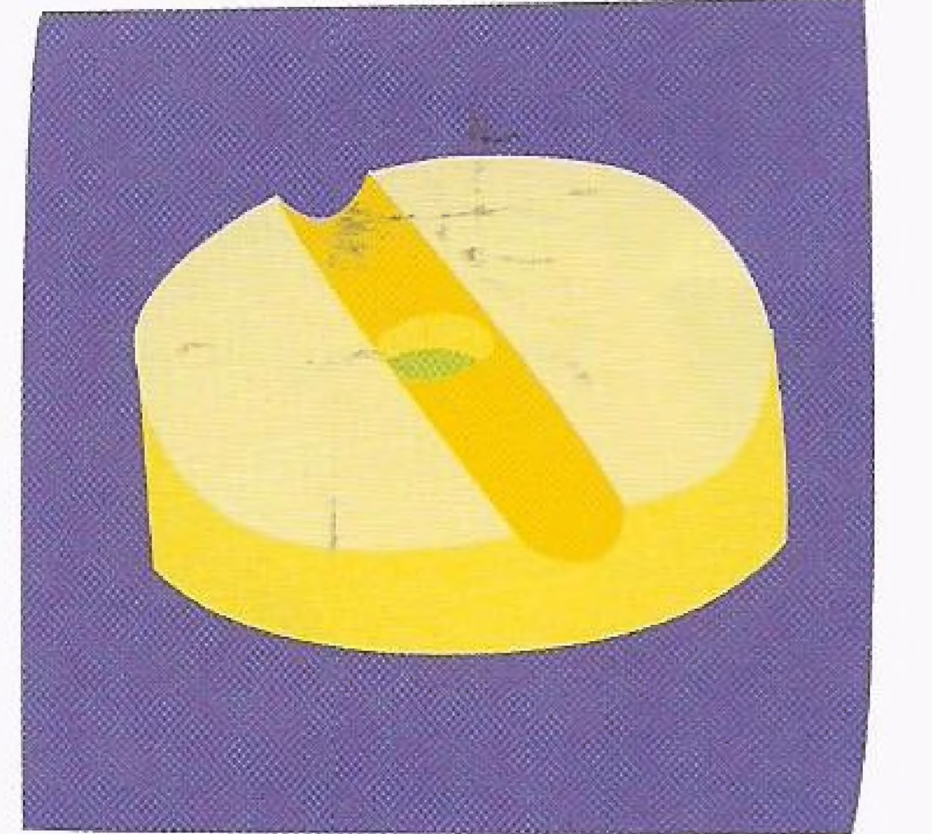
## لُعبةُ الزُّنْبُرُك

هذه اللُّعبةُ المُحبَّبةُ تُري كيف أنّ الطّاقةَ المُختزَنةَ في الرِّباطِ المَطّاطيِّ المَجدولِ يُمكِنُ أن تُسبِّبَ حَركةً. اِسأَلْ راشدًا أن يَقُصَّ لك رأسَ عودَي كِبريتِ أمانٍ.

**اللّوازم**



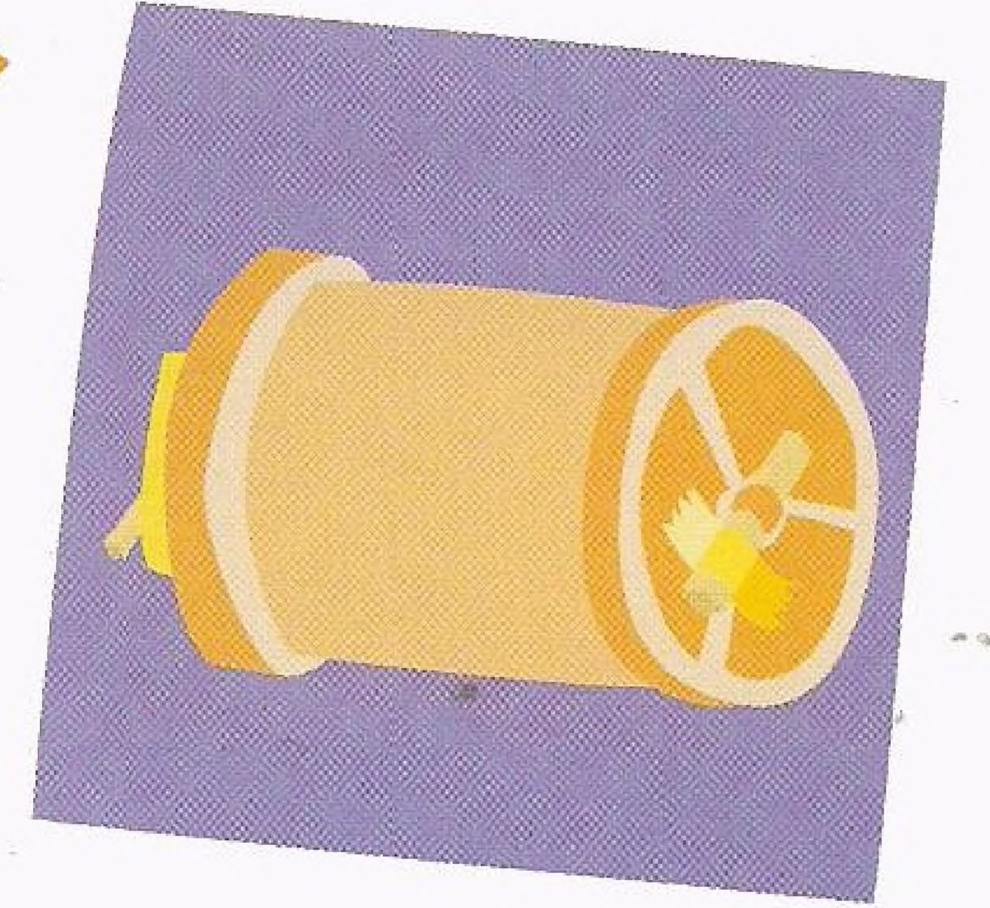

- بَكرةُ خُيوط
- رِباط مَطّاطيّ صغير
- عودا كِبريتِ أمان مَنزوعا الرّأس
- شَريط لاصِق
- شَمعة
- سِكّين
- سيخ





**1** قُصَّ قُرصًا رقيقًا من قاعدةِ الشَّمعةِ. اِجعَلِ الثَّقْبَ، حيث كانتِ الفَتيلةُ، منَ الكِبَرِ بحيث يَدخُلُ فيه الرِّباطُ المَطّاطيُّ. اِعمَلْ حَزًّا قُطْريًّا في أحدِ جانبَي القُرْصِ.

**2** أَحشُرِ الرِّباطَ المَطّاطيَّ في الثَّقْبِ. اِسأَلْ راشِدًا أن يُعطيَكَ عودَ كِبريتٍ مَنزوعَ الرَّأسِ، ثمّ ضَعِ العودَ عبر حَلْقةِ الرِّباطِ وشُدَّ الطَّرَفَ الآخرَ للرِّباطِ بحيث يَستقِرُّ العودُ في الحَزِّ. أَسلِكِ الطَّرَفَ الطَّويلَ للرِّباطِ المَطّاطيِّ عبر فُتحةِ البَكرةِ.



**3** أَدخِلْ نِصْفَ عودِ الكِبريتِ الآخرِ في حَلْقةِ الرِّباطِ التي سَحَبتَها منَ الجهةِ الأُخرى للبَكرةِ. ثَبِّتِ الرِّباطَ في ثَقْبِ البَكرةِ إمّا بشَريطٍ لاصِقٍ أو بحَشْرِ النِّصفِ الآخرِ للعودِ في إحدى فُتحتَي البَكرةِ.

**4** لُفَّ رِباطَ لُعبتِكَ بأن تَمسِكَ البَكرةَ وتُديرَ عودَ الكِبريتِ الطَّويلَ. ضَعِ البَكرةَ على سطحٍ مُنبسِطٍ وراقِبْها تَزحَفُ!

### ماذا حدَثَ؟

إذ تَبرُمُ الرِّباطَ المَطّاطيَّ، تَستخدِمُ قوّةَ بَرْمٍ لتَجدِلَ الرِّباطَ المَطّاطيَّ، فأنت تَختزِنُ طاقةً. يُسمّي العُلماءُ هذه الطّاقةَ طاقةً كامِنةً. عندما تُفلِتُ الرِّباطَ، يَنحَلُّ جَدْلُهُ، ممّا يَتسبَّبُ بدَورانِ عودِ الكِبريتِ، وبدَورانِهِ يَدفعُ البَكرةَ إلى الأمامِ. نقولُ إنّ الطّاقةَ الكامِنةَ في الرِّباطِ المَطّاطيِّ المَجدولِ قد عادَتْ فتحوَّلَت إلى طاقةٍ حَرَكيّةٍ.

## هل تَسقُطُ الأَجسام الثَّقيلة بأسرعَ من سُقوطِ الأَجسام الخفيفةِ؟

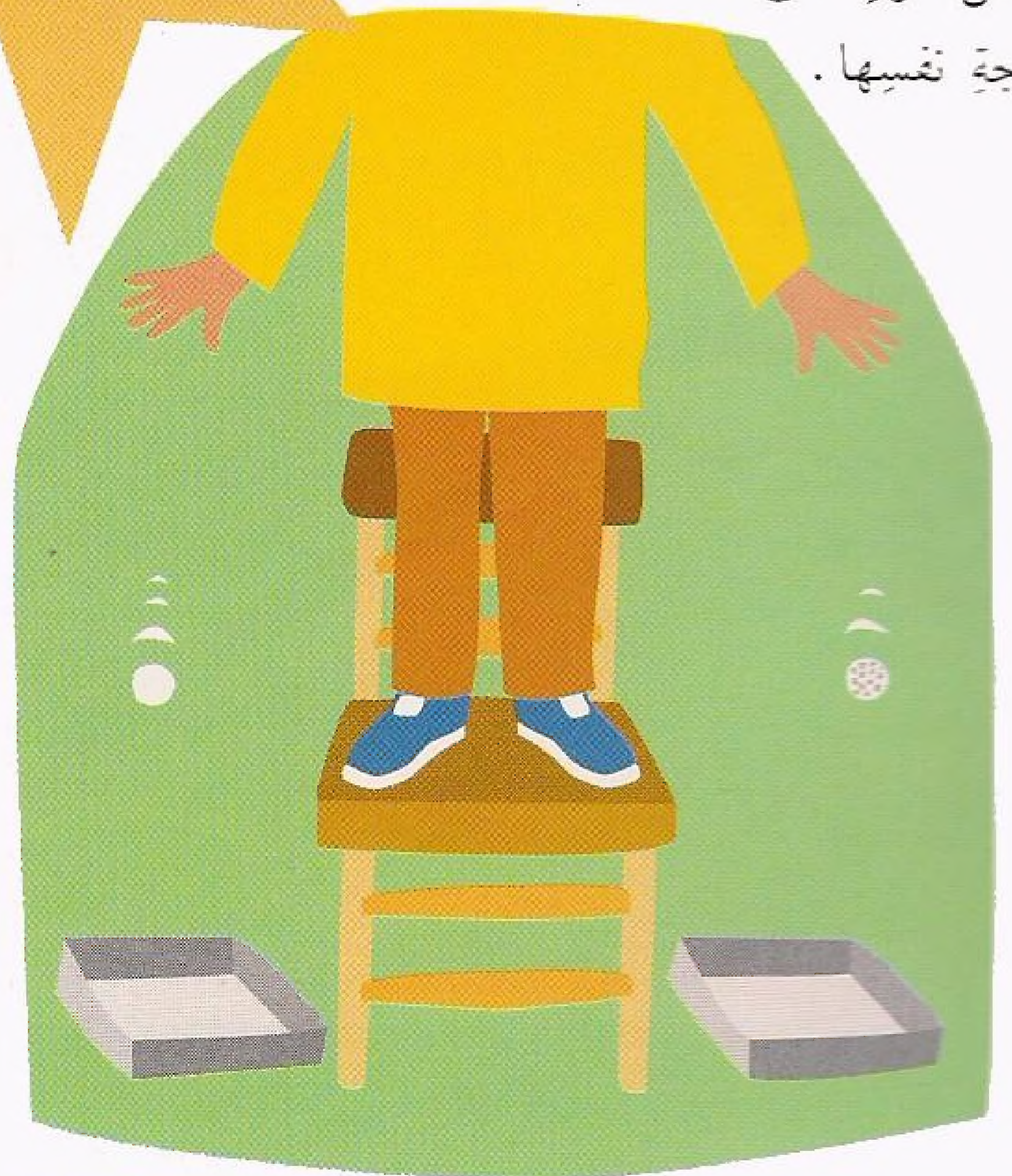
10

اللَّوازم

- أزواج من أشياء لها الحجم نفسُه والشَّكل نفسُه، مثلاً –
- كُلّة (بلية) وكُرَيَّةُ مَحْمِل
- زَهْرُ نَرْد ومُكعَّبُ سُكَّر
- كُرةُ غولف وكُرةُ پنغ پونْغ
- غِطاءا قوالِبِ كَعْك أو صينيّتا فُرْن

جِدْ مَوضِعًا آمنًا تَقِفُ فيه، تُسقِطُ منه الأَزواجَ التي اخْتَرتَها (الكُرسيّ مَوقِع مُناسِب). ضَع الصينيّتَين على الأرضِ، واحدةً في كلِّ جانبٍ منك. أَسقِطْ كِلا الشَّيئَين منَ الارتِفاعِ نفسِهِ وفي الوقتِ نفسِهِ تمامًا. أَنصِتْ إلى صوتِ ارْتطامِهِما بالصّينيّتَينِ. أيُّهما يَصِلُ أوّلًا؟ جَرِّبْ تَكرارَ التَّجربةِ لِتَرى إن كنت تَحصُلُ في كلِّ مرّةٍ على النَّتيجةِ نفسِها.

**هل يُصيبُ الجِسْمانِ الصّينيّتَينِ في الوقت نفسه؟**

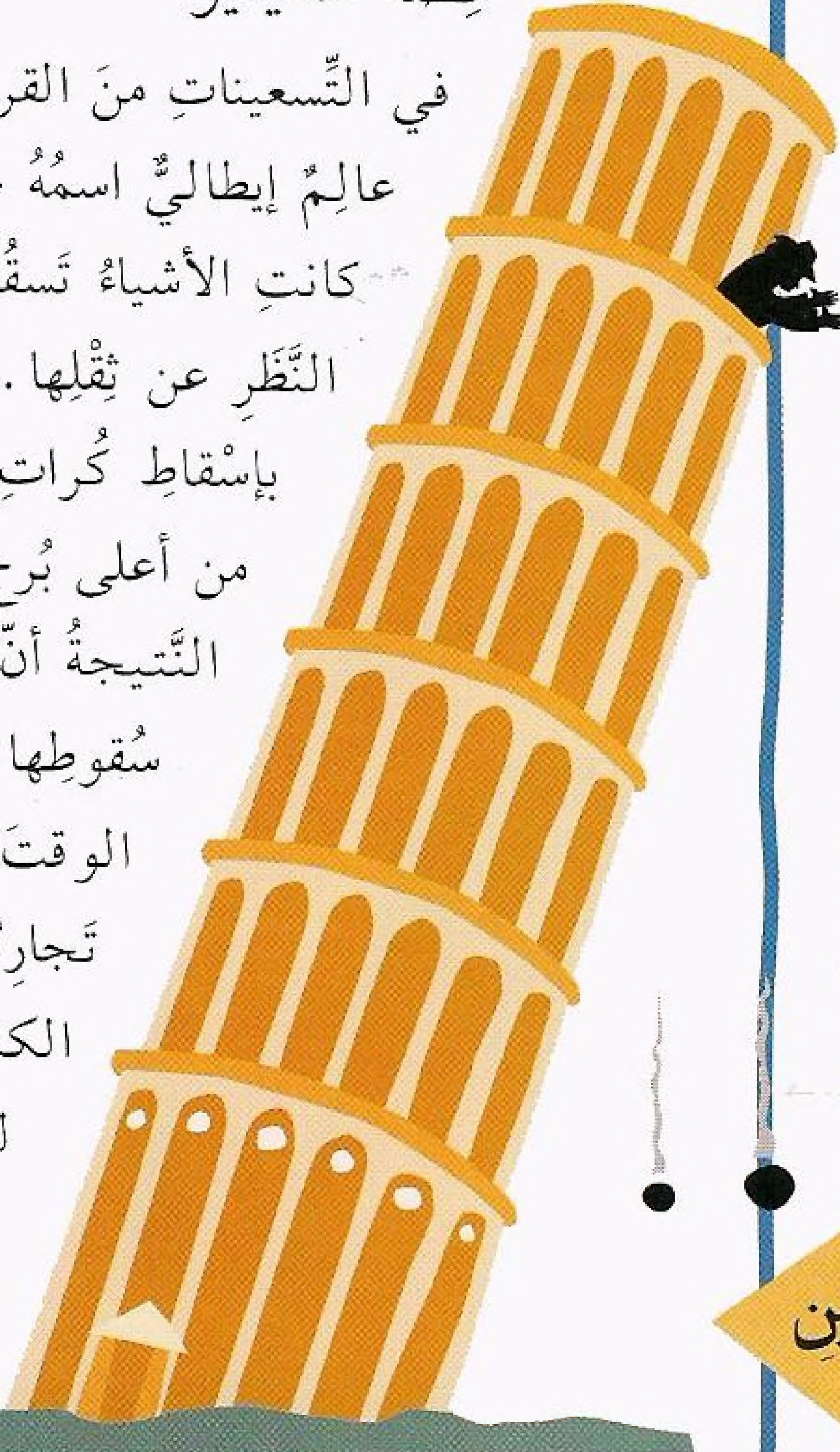


### ماذا حَدَثَ؟

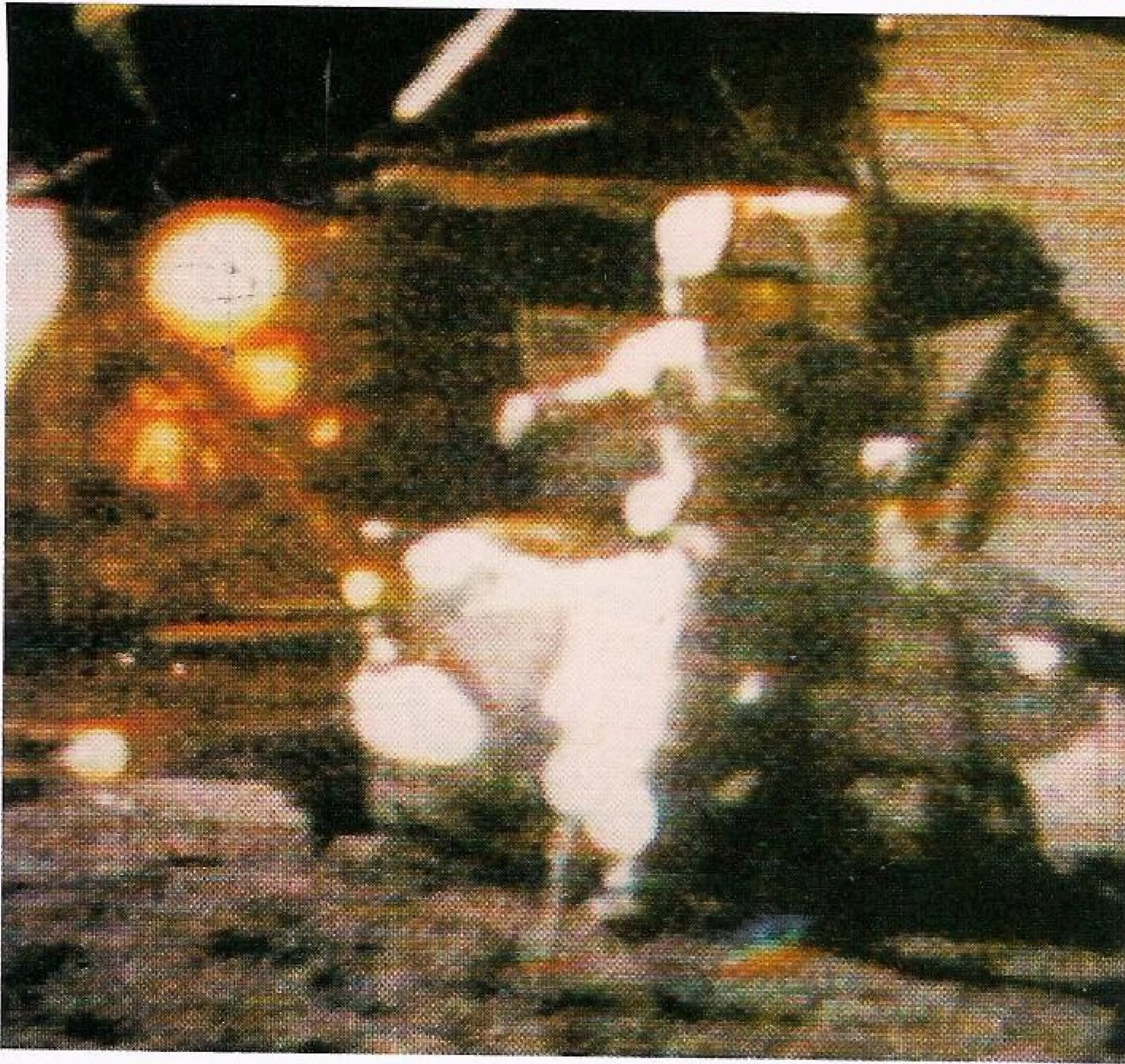
سيَصِلُ كلُّ شيئَينِ منَ الزَّوجِ الواحدِ في الوقتِ نفسِهِ. الجاذِبيَّةُ تَجعَلُهُما يَسقُطانِ صوبَ الأرضِ بمُعدَّلِ السُّرعةِ نفسِهِ، وإن كان وَزْنُهُما مُختلِفًا.

## نَظرة إلى الماضي

### قِصّةُ غاليليو



في التِّسعيناتِ منَ القرنِ السّادسَ عَشَرَ، تَساءَلَ عالِمٌ إيطاليٌّ اسمُهُ غاليليو غاليلي ما إذا كانتِ الأشياءُ تَسقُطُ بالسُّرعةِ نفسِها بغَضِّ النَّظَرِ عن ثِقْلِها. اِختَبَرَ هذه الفِكرةَ بإسْقاطِ كُراتِ مِدفَعٍ من أَوزانٍ مُختلِفةٍ من أعلى بُرجِ پيزا المائلِ. وكانتِ النَّتيجةُ أنّ الكُراتِ اسْتغرَقَت في سُقوطِها والوصولِ إلى الأرضِ الوقتَ نفسَهُ. وقد أَوقَعَتْهُ تَجارِبُهُ في المَشاكِلِ مع بابا الكنيسةِ الكاثوليكيّةِ، الذي لم يُعجِبْهُ اتّجاهُهُ العِلْميُّ في الوصولِ إلى أجوبةٍ عن العالَمِ!



### ضَوءُ القمر

هذه الصّورةُ التي التُقِطَت في العام 1971 بواسطةِ البَثِّ التلفزيونيِّ تُري رائدَ الفضاءِ ديڤِد سْكُت على سطحِ القمرِ. لقد انْتهَزَ سْكُت الفُرصةَ لِاختبارِ نَظريّةِ غاليليو، مُستخدِمًا هذه المرّةَ ريشةً ومِطْرَقةً. ليس على سطحِ القمرِ هواءٌ للتَّخفيفِ من هُبوطِ الرّيشةِ. وبالفعلِ أصابَتِ الرّيشةُ والمِطْرَقةُ سطحَ القمرِ في الوقتِ نفسِهِ.

# الـجاذبـيّة

كلُّ شيءٍ يَنجذِبُ بفِعْلِ قوّةِ الجاذبيّةِ إلى كلِّ شيءٍ آخرَ. التَّجاذُبُ بين الأشياءِ اليوميّةِ المَألوفةِ أضعفُ من أن يُلاحَظ. نَشعُرُ بالجاذبيّةِ تَشُدُّ الأشياءَ نُزولًا صوب الأرضِ بقوّةٍ بالِغةٍ لأنّ للكُرةِ الأرضيّةِ كُتلةً هائلةً. فكلّما عَظُمَت كُتلةُ الشَّيءِ، كانت قوّةُ جَذْبِهِ أعظمَ. للقمرِ كُتلةٌ أصغرُ من كُتلةِ الأرضِ، لذا تكونُ الجاذبيّةُ أضعفَ فوق سطحِ القمرِ. لا يَعلَمُ أحدٌ على وَجْهِ اليَقينِ ما الذي يَتسبَّبُ بالجاذبيّةِ، لكن من غيرِها نَطيرُ جميعًا في الفضاءِ!

## أكواز ضِدَّ الجاذبيّة

هل يبدو الكوزانِ يَتدحرَجانِ طُلوعًا أو نُزولًا؟

تَتوقّعُ في الأَحوالِ العاديّةِ أن تَرى الأشياءَ تَتدحرَجُ نُزولًا في المُنحدَراتِ. هل هذا صحيحٌ دائمًا؟

**اللّوازم** 10

- لَوح كرتون
- نِصفا دائرة من وَرَق مُقوّى رقيق
- مِسْطَرة أو قلَم
- شَريط لاصِق
- مِقَصّ



1 فَصِّلْ قِطعتَينِ من لَوحِ الكرتونِ على الشَّكلِ الذي تَراهُ هنا. أَلصِقِ الجانبَينِ الأقصرَ معًا. رَكِّزِ القِطعتَينِ كما تَرى.



2 أُبرُمْ نِصفَي الدّائرةِ وأَلصِقْهما لتَعمَلَ كوزَينِ (مَخْروطَيْن) مُتطابِقَينِ. أَلصِقِ الطّرَفَينِ المَفتوحَينِ معًا، كما تَرى في الصّورةِ.

3 ضَعِ الكوزَينِ في أسفلِ التَّلِّ وراقِبْهُما. يَبدوانِ وكأنّهما يَتحدَّيانِ الجاذبيّةَ بالتَّدحرُجِ طُلوعًا.

### ماذا حَدَثَ؟

الكوزانِ في الحقيقةِ لا يَتحدَّيانِ الجاذبيّةَ. هما في الحقيقةِ يَتدحرَجانِ نُزولًا. راقِبِ الجُزءَ الأوسَطَ بانْتِباهٍ. حاوِلْ أن تَقيسَ المسافةَ من وَسَطِ الكوزَينِ إلى الأرضِ في كلٍّ من نِهايتَي التَّلِّ.

## موازَنةُ رأسِ بطاطسَ

حاوِلْ أن تُوازِنَ رأسَ بطاطسَ على طَرَفِ إصْبَعِكَ. ليس الأمرُ سَهلًا! الآن اغرِزْ في رأسِ البطاطسِ شَوكتَينِ على شكلِ زاويةٍ، واحدة في كلِّ جانبٍ، كما ترى. حاوِلْ ثانيةً. هذه المرّةَ تَنجَحُ!

**اللّوازم**

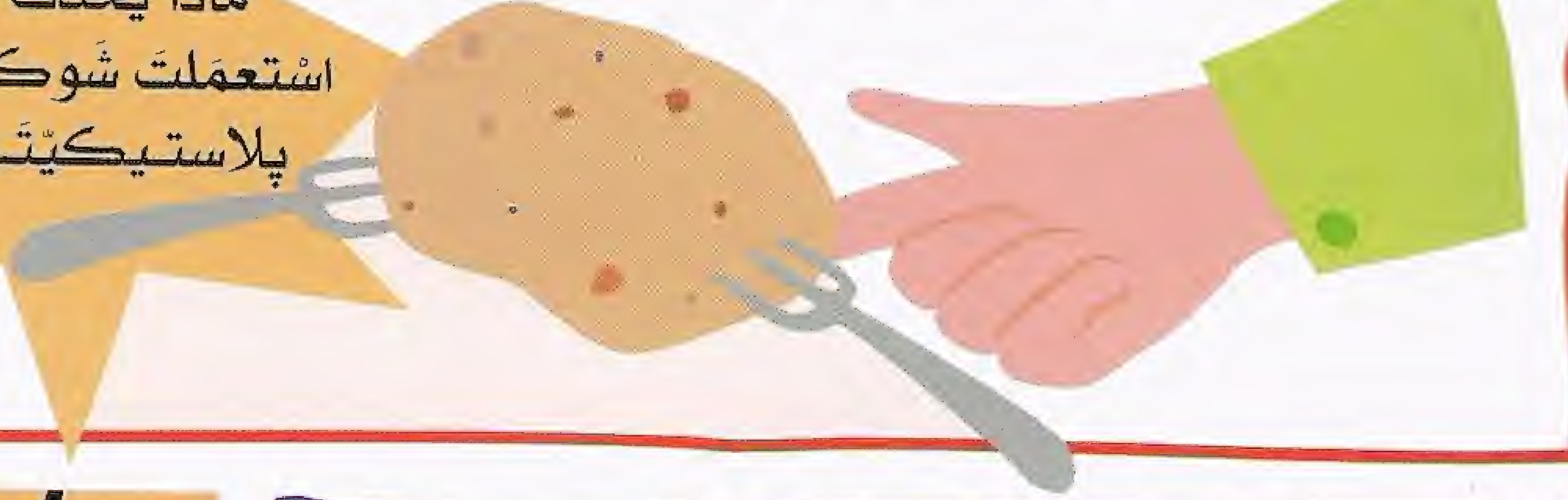
- رأسُ بطاطس
- شَوكتانِ مَعدِنيّتانِ وشَوكتانِ پلاستيكيّتانِ

5

**ماذا يَحدُثُ لو استعمَلتَ شَوكتَينِ پلاستيكيّتَينِ؟**

### ماذا حَدَثَ؟

كُتلةُ الشّوكتَينِ تَنقُلُ مركزَ ثِقَلِ رأسِ البطاطسِ إلى مُستوى أخفَض، فيَتوازَنُ. ولا يَحدُثُ التّوازُنُ عندما تَستخدِمُ مِلعقتَينِ پلاستيكيّتَينِ، لأنّه ليس لهما كُتلةٌ كافيةٌ.



## صُندوق عَجيب

أَلصِقِ الوَزْنَ بشَريطٍ لاصِقٍ في قُرْنةٍ من قُرَنِ العُلبةِ وغَطِّها بغِطائها. ضَعِ العُلبةَ فوق حافّةِ الطّاولةِ بحيث تكونُ القُرْنةُ التي فيها الوَزْنُ وحدَها فوق الحافّةِ والباقي خارجَها. وهكذا يَبدو الجُزءُ الأكبرُ منَ العُلبةِ وكأنّه مُعلَّقٌ في الهواءِ! بإمْكانِكَ أن تُغطّيَ قاعَ العُلبةِ بطَبَقةٍ تُخفي الوَزْنَ، وأن تَنزِعَ عندئذٍ الغِطاءَ فيَحسَبُ الآخرونَ أنّ العُلبةَ فارغةٌ!

**اللّوازم**

- عُلبة
- وَزْن ثقيل، أو بِضعةُ نُقود مَعدِنيّة مُلتصِقة معًا
- شَريط لاصِق

5



### ماذا حَدَثَ؟

للعُلبةِ شكلٌ مُنتظِمٌ، لذا تَتوقَّعُ أن يكونَ مركزُ ثِقلِها في الوسطِ. إنّ إضافةَ الوَزْنِ يَنقُلُ مركزَ الثِّقلِ صوبَ القُرْنةِ. ما دامَ مركزُ الثِّقلِ فوق الطّاولةِ، لن تَقَعَ العُلبةُ. وهذا يُفسِّرُ لِمَ لا يَقَعُ برجُ پيزا المائلُ في إيطاليا (انظرْ ص ١١).

## عَرضُ تَوازُن

هذا الماشي على الحِبالِ يَمسِكُ بين يَدَيهِ زانةً مَرِنةً لتَخفيضِ مركزِ ثِقلِهِ وجَعْلِهِ أكثرَ تَوازُنًا على الحبلِ الضَّيِّقِ. ومع ذلك، فهذا العَمَلُ يَحتاجُ إلى الكثيرِ منَ التَّمرينِ والقُدرةِ على تَحمُّلِ الارتِفاعاتِ!

# التَّوازُن

ليس الشَّيءُ المُتحرِّكُ وحدَهُ مُعرَّضًا لقوّةٍ مؤثّرةٍ فيه. الجاذبيّةُ تَشُدُّكَ على نحوٍ مُتواصِلٍ، حتّى وأنت جالِسٌ دون حَراكٍ. فما الذي يَجعَلُ الأشياءَ تَسقُطُ؟ لكلِّ جِسْمٍ مركزُ ثِقلٍ، هو نُقطةُ التَّوازُنِ التي يَبدو أنّ تأثيرَ الجاذبيّةِ، أو كامل وَزْنِ الجِسْمِ، مُركَّزٌ فيها. ومركزُ الثِّقلِ يؤثّرُ في مَدى تَوازُنِ الجِسْمِ. الأشياءُ التي يكونُ مركزُ ثِقلِها مُنخفِضًا تكونُ شديدةَ التَّوازُنِ، والأشياءُ التي يكونُ مركزُ ثِقلِها عاليًا تكونُ ضعيفةَ التَّوازُنِ ومُعرَّضةً للانقلابِ.

## اللَّوازم

10

- وَرَق مُقوّى سَميك
- وَرَقُ اسْتِشفاف
- قَلَمُ رَصاص
- أَقلام لبّاديّة الرَّأس
- مِقَصّ
- طاولة أو خُيوطُ دوبارة

## الببّغاء الجاثِم

هذا الببّغاءُ سيَظَلُّ قائمًا على مَجْثَمِهِ، حتّى حين تُحاوِلُ أن تَقلِبَهُ؟



1 إنسَخْ صورةَ ببّغاءٍ بقَلَمِ رَصاصٍ.



2 أنقُلْ مُخطَّطَ الببّغاءِ إلى وَرَقٍ مُقوّى سَميكٍ وفَصِّلْهُ.

3 لَوِّنْ ببّغاءَكَ. اجْعَلْهُ يَجثُمُ على حافّةِ طاولةٍ أو على خَيطِ دوبارةٍ مَشدودٍ.

### ماذا حدَثَ؟

جانبٌ كبيرٌ من كُتلةِ الببّغاءِ مُركَّز في الذَّيلِ الكبيرِ. ذلك يُعطي الببّغاءَ مركزَ ثِقلٍ مُنخفِضًا للغاية (في الواقع يكونُ تحت قَدَمَيه)، لذا يكونُ شديدَ التَّوازُنِ ويتأرجَحُ إذا ما دُفِعَ دَفعةً بسيطةً ثمّ يَعودُ إلى وَضعِهِ القائمِ. بإمْكانِكَ أن تَحصُلَ على النَّتيجةِ نفسِها بجَعْلِ الذَّيلِ صغيرًا، لكن بإلصاقِ قِطْعةِ نُقودٍ مَعدِنيّةٍ على كلٍّ من جانبَيهِ لزيادةِ كُتلتِهِ.



## فِراش من مَسامير

في العامِ 1969 ، ضَرَبَ فقيرٌ هنديٌّ اسمه سِلْكي الرَّقمَ القياسيَّ في النَّومِ على فِراشٍ من مَساميرَ ، فظَلَّ على ذلك الفِراشِ 111 يومًا . إنَّ السِّرَّ في عَمَلِهِ البُطوليِّ يَكمُنُ في ضَغطِ الهواءِ . فمع أنّ لكلِّ مِسْمارٍ بمُفردِهِ رأسًا مُدبَّبًا ، فمنَ المَسامير مئاتٌ . وإنّ المِساحةَ الإجماليّةَ للمَساميرِ مُجتمِعةً كافيةٌ للتَّخفيفِ منَ الضَّغطِ الذي يُولِّدُهُ وَزْنُ الشَّخصِ فلا تُسبِّبُ المَساميرُ أيَّ أذًى . الصُّعوبةُ تَكمُنُ في الصُّعودِ إلى فِراشِ المَساميرِ وفي النُّزولِ عنه .

## وَزِّعِ القوّة

جَرِّبْ أن تَضغَطَ قِطعةَ نُقودٍ مَعدِنيّةً من وَجهِها المُنبسِطِ في كُتلةٍ من مَعجونِ التَّشكيلِ . ثمّ جَرِّبْ أن تَضغَطَها من حافّتِها . ما الأسهلُ ؟

### اللَّوازم

5

- قِطعةُ نُقودٍ مَعدِنيّة
- مَعجون تشكيل



### ماذا حَدَثَ ؟

إنّ غَرْزَ قِطعةِ النُّقودِ من حافّتِها أسهلُ كثيرًا. فكلّما صَغُرَتِ المِساحةُ كان الضَّغطُ الذي تُسبِّبُهُ قوّةُ اليَدِ أشدَّ. فلِوَجهِ قِطعةِ النُّقودِ مِساحةٌ أكبرُ بكثيرٍ من مساحةِ حافّتِها، لذا تَتوزَّعُ القوّةُ ويَخِفُّ الضَّغطُ.




## إطاراتُ التّراكتور

إطاراتُ هذا التّراكتورِ الهائلةُ ليس المَقصودُ منها فقط تَسهيلَ التَّنقُّلِ فوق الأَماكنِ الوَعْرة. فإنّها إذ تُوزِّعُ الوَزْنَ على مِساحةٍ واسعةٍ منَ الأرضِ، تُخفِّفُ الضَّغطَ فلا يَنغرِزُ التّراكتورُ في الأرضِ الرِّخْوة.

# الضَّغط



لا تَستطيعُ أن تَغرزَ إصْبَعَكَ في فِلّينةِ قِنّينةٍ . لكن يُمكِنُكَ بسُهولةٍ أن تَغرزَ فيها دَبّوسَ رَسْمٍ مُستخدِمًا القوّةَ نفسَها . ذلك أنّ رأسَ الدَّبّوسِ يُركِّزُ القوّةَ في مِساحةٍ صَغيرةٍ للغايةِ ، فيكونُ الضَّغطُ المُتولِّدُ عظيمًا . الضَّغطُ على إصْبَعِكَ أقلُّ بكثيرٍ ، لأنّ القوّةَ نفسَها مُوزَّعةٌ على سطحِ طَبْعةِ الدَّبّوسِ الكبيرةِ المُنبسِطةِ . كلّما تَوزَّعَتِ القوّةُ قَلَّ الضَّغطُ .

## ضَغطُ الهواء

الهواءُ يَضغَطُ على الأشياءِ كلِّها. ومع أنّك لا تَرى ضغطَ الهواءِ، فإنّك قادِرٌ على أن تَشعُرَ بأثَرِهِ في هذه التَّجربةِ السَّريعةِ.

اللَّوازم

5

- كوب پلاستيكيّ
- مِغْسَلة
- رُقعة من پلاستيك رقيق قاسٍ أو بطاقة بَريديّة قديمة



1 إملأْ الكوبَ إلى حافّتِهِ تمامًا بالماءِ وأَزلِقِ البطاقةَ فوقَ أعلاه .



2 ثَبّتِ البطاقةَ على الكوبِ بيَدٍ ، وامْسِكِ الكوبَ باليَدِ الأُخرى .

3 إقلِبِ الكوبَ رأسًا على عَقِبٍ فوقَ المِغْسَلةِ وأنت لا تَزالُ تُثبِّتُ البطاقةَ في مكانِها . أَبعِدْ يَدَكَ عن البطاقةِ . لا تَقعُ البطاقةُ ، فإنّ ضَغطَ الهواءِ يُثبِّتُها في مَوضِعِها .

### ماذا حَدَثَ ؟

يَضغَطُ الهواءُ في كلِّ الإتّجاهاتِ، بما فيها صُعودًا. وهو منَ القوّةِ بحيث يَحمِلُ وَزْنَ الماءِ في الكوبِ. البطاقةُ تَعمَلُ عَمَلَ سِدادٍ مُحكَمٍ يَمنَعُ تَسرُّبَ الهواءِ إلى الكوبِ إذ تَقلِبُهُ رأسًا على عقبٍ. في الحقيقةِ، يَضغَطُ الهواءُ على كلِّ سنتيمترٍ من جِسْمِكَ بقوّةِ 10ن ، أي بوزنِ كيلوغرامٍ واحدٍ. لكنّكَ لا تنسحِقُ لأنّ جِسْمَكَ يَضغَطُ ضَغطًا مُعاكِسًا مُساويًا للقوّةِ الواقِعةِ عليه .

## هل بإمْكانِكَ أن تجعَلَ غوّاصك يَغوصُ إلى العُمق الذي تُريد؟



7 إضغَطْ على القِنّينةِ. سترى الغوّاصَ يَغوصُ إلى القاعِ. أوقِفِ الضَّغط، فيَعودُ الغوّاصُ ويرتفِعُ. وبشيءٍ منَ الأناةِ، بإمْكانِكَ أن تجعَلَ الغوّاصَ يَغوصُ إلى العُمْقِ الذي ترغَبُ فيه!

### ماذا حدَثَ ؟

عندما تَضغطُ على القِنّينةِ، يُدفعُ الماءُ إلى داخلِ قشّةِ الشُّربِ، فينضغِطُ الهواءُ فيها. وهذا يَجعَلُ الغوّاصَ أثقلَ وَزْنًا، وتزدادُ بالتّالي كثافتُهُ فيَغوصُ. عندما تُفلِتُ القنّينةَ، ضَغطُ الهواءِ المُحتبَسُ في القشّةِ يَدفعُ الماءَ، ممّا يَجعَلُ الغوّاصَ أقلَّ كثافةً منَ الماءِ، فيَعودُ ويَطفو.

## كيف يَطفو المَركَب؟

إختبِرْ أشياءَكَ لترى أيّها يَطفو وأيّها يَغوصُ. أسقِطْ في الماءِ كُرةً من معجونِ التَّشكيلِ. أبسُطْها واجعَلْها في شكلِ طاسٍ. هل تطفو الآن؟ جَرِّبِ الأمرَ نفسَهُ مع وَرَقِ ألُمنيومٍ.

### اللّوازم

10

- بعض الجَوامِدِ المَصنوعة من موادَّ مختلفةٍ مثلِ الزُّجاج والمَعدِن والخَشَب والبلاستيك.
- مَعجون تَشكيل
- وَرَق ألمنيوم
- طاس كبير من الماء



## كيف تبقى الأشياء التي تكون على شكلِ طاس طافية؟

### ماذا حدَثَ ؟

الأشياءُ الصَّغيرةُ والثَّقيلةُ مثلُ النُّقودِ المَعدِنيّةِ والحجارةِ تَغوصُ. الأشياءُ الكبيرةُ والخفيفةُ مثلُ الفِلّينِ تَطفو. لكن عندما تُشكِّلُ من شيءٍ صغيرٍ وثقيلٍ مثلِ مَعجونِ التَّشكيلِ مَركبًا مُجوَّفًا، يكونُ جانبٌ كبيرٌ منَ المَركَبِ مَملوءًا بالهواءِ. المَركَبُ والهواءُ الذي فيهِ هما معًا أقلُّ كثافةً منَ الماءِ، لذا يَطفو المَركَبُ. على هذا النَّحوِ تَطفو السُّفُنُ المَصنوعةُ منَ الفولاذِ.



### أسماكُ القِرْش السّابحة

لا تَهدأُ حَرَكةُ أسماكِ القِرْشِ في الماءِ بل إنّها تَسبَحُ طوالَ الوقتِ. ذلك أنّها أكثفُ منَ الماءِ، وإذا توقَّفَت عن السِّباحةِ تَغرَقُ.

# الطَّفْو والغَوْص

يَعتمِدُ طَفْوُ الأشياءِ أو غَوْصُها على كثافتِها. ونَحصُلُ على الكثافةِ بقياسِ ثِقلِ الشَّيءِ بالنِّسبةِ إلى حجمِهِ. إنّ مُكعَّبًا منَ الفولاذِ، مثلًا، أثقلُ بكثيرٍ من مُكعَّبِ جليدٍ منَ الحجمِ نفسِهِ. مُكعَّبُ الفولاذِ يَغوصُ ومُكعَّبُ الجليدِ يَطفو. نقولُ إنّ الجليدَ أقلُّ كثافةً منَ الماءِ، وبكلامٍ آخرَ إنّ مُكعَّبَ جليدٍ يَزِنُ أقلَّ من مُكعَّبِ ماءٍ منَ الحجمِ نفسِهِ. مَفهوم، لكنْ كيف تَطفو سفينةٌ مصنوعةٌ منَ الفولاذِ؟



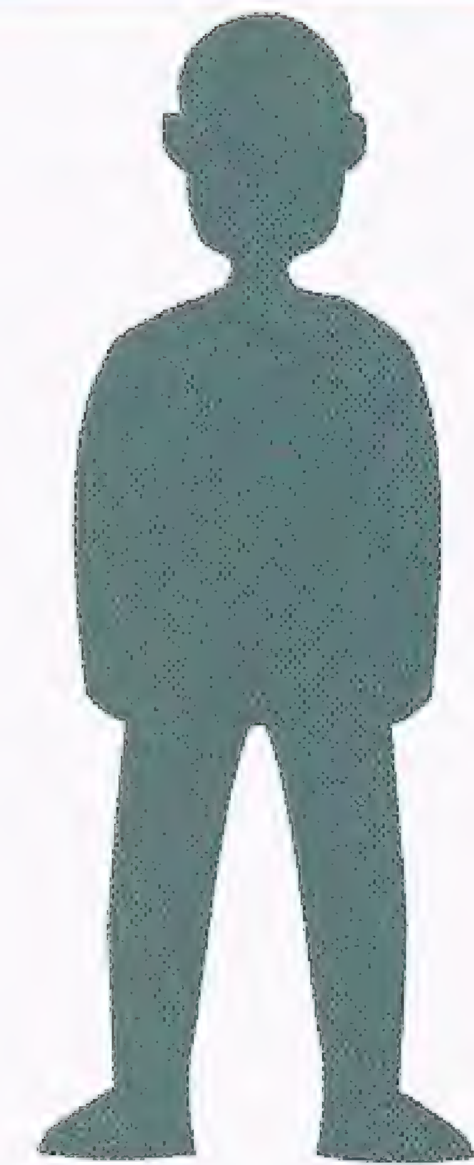
## غَوّاصُ الأعماق

بإمْكانِكَ أن ترى، من خلالِ صُنعِ نَموذَجِ هذا الغَوّاصِ، كيف أنّ تغييرَ كثافةِ شيءٍ يَجعَلُهُ يَطفو أو يَغوصُ.

**اللَّوازم**

20

- قِنّينةُ بلاستيك ذاتُ غِطاء مُلولَب سِعة لترَين
- قشّةُ شُرْب (شفّاطة) قابلة للثَّنْي
- مِشبَكُ وَرَق
- صينيّة حَلويات اطّراحيّة (تُستخدَم لمرّة واحدة ثمّ تُطرَح) من الْألمنيوم
- شَريط لاصِق يُمكنُ إعادةُ استِعماله
- مِقَصّ • طاسُ ماء



**1** فَصِّلْ شكلَ الغَوّاصِ من صينيّةِ الألُمنيوم. اجْعَلْهُ طويلًا ونَحيلًا، نحوَ 7 سم × 2 سم، بحيث يَدخُلُ في عُنُقِ القِنّينة.



**2** اِطْوِ قشّةَ الشُّربِ إلى الشّكلِ الذي تَراهُ ثمّ قُصَّ طَرَفَيها بحيث يكونُ الطّولُ نحوَ 2,5 سم. أَدخِلْ طرَفَي مِشبَكِ الوَرَقِ في فُتحتَي القشّةِ المَطويّةِ.



**3** أَزلِقْ بأناةٍ مِشبَكَ الوَرَقِ والقشّةَ المَطويّةَ بين ساقَي الغَوّاصِ وصُعودًا في جسمِهِ. يَنبغي أن تكونَ القشّةُ على ظهرِهِ، وأن تكونَ انحناءتُها وراءَ رأسِهِ، وكأنّه غَوّاصٌ حقيقيٌّ.



**4** اِصنَعْ حذاءَ غَوْصٍ من شَريطٍ لاصِقٍ يُمكِنُ إعادةُ استِعمالِهِ وألبِسْ به قدَمَي الغَوّاصِ.



**5** ضَعِ الغَوّاصَ في طاسِ ماءٍ. وعَدِّلْ بأناةٍ كمّيّةَ الشَّريطِ اللّاصِقِ على حذائِهِ إلى أن يَطفوَ قليلًا.



**6** إملأ القِنّينةَ بالماءِ وضَعِ الغَوّاصَ داخِلَها. إحرِصْ على أن تكونَ القِنّينةُ ملآنةً حتّى حافّتِها، ثمّ أغلِقْها بغِطائها بإحكامٍ. سيَطفو الغَوّاصُ إلى أعلى القِنّينةِ.

## مَركَب بالونيّ

10

### اللّوازم

- صينيّة بلاستيكيّة اطّراحيّة، أي ممّا يُطّرَح بعد استِعماله.
- قشّةُ شُرْب (شفّاطة) قابلة للثّني
- شَريط لاصِق يُعاد استِعماله
- بالون
- شَريط لاصِق ومِقصّ

ليّنِ البالونَ بنَفخِهِ مرّتَين أو ثلاثَ مرّاتٍ. ألصِقْه إلى قشّةِ الشُّرْبِ (الشّفّاطة) وتأكّدْ أنّ الهواءَ لا يَتسرَّبُ من مَوضِعِ الرَّبْطِ. أُثقُبْ ثَقبًا صغيرًا في أحدِ طَرَفي الصّينيّةِ، يكونُ حجمُهُ كافيًا لإدخالِ القشّةِ عبره. أدخِلِ القشّةَ في الثّقبِ وانْفُخِ البالونَ واخْتِمْ طَرَفَ القشّةِ بشَريطٍ لاصِقٍ. ضَعِ المَركَبَ في حَوضِ ماءٍ وانْزِعِ الشَّريطَ اللّاصِقَ بسُرعةٍ.



### ماذا حَدَثَ؟

يَدفَعُ البالونُ الهواءَ خارِجًا منَ القشّةِ، وهذه تَدفَعُ المَركَبَ إلى الأمامِ. تَعمَلُ المُحرِّكاتُ النّفّاثةُ والصّواريخُ بالطّريقةِ نفسِها، فهي تَندفِعُ إلى الأمامِ بفِعْلِ انْدِفاعِ الغازِ منَ الجانبِ الخلفيِّ، وهذا ما يُعرَفُ بالدَّسْرِ.

## نَظرة إلى الماضي



### سُرعة قياسيّة على الأرض

أوّلُ رَقْمٍ قياسيٍّ في السُّرعةِ على الأرضِ سَجّلَهُ في العام 1898 فرنسيٌّ من باريس قَطَعَت سيّارتُهُ مسافةَ كيلومترٍ واحدٍ بـ 57 ثانيةً، أي بمُعدّلِ سُرعة 63 كم/ سا. بعد نحوِ 100 عام، سَجّلَت سيّارةٌ نفّاثةٌ رَقْمًا قياسيًّا في السُّرعةِ الأرضيّةِ، هو الأحدثُ حتّى الآن، بمُعدّلِ 1228 كم/ سا- وهي سُرعةٌ تَفوقُ سُرعةَ الصَّوتِ. وقد ساعَدَ شكلُ السَّيّارةِ الانسيابيُّ على أن تَشُقَّ الهواءَ بيُسرٍ وبأقلِّ نِسبةٍ منَ المُقاوَمةِ. وكانتِ السَّيّارةُ مُزوّدةً بمَكابِحَ خاصّةٍ وبزَوجٍ منَ الباراشوتاتِ لتُساعِدَ على إيقافِها.



### الفَهْدُ العَدّاء

الفَهْدُ يَحمِلُ الرَّقْمَ القياسيَّ في السُّرعةِ الأرضيّةِ بين الحيواناتِ. إنّ قوائمَهُ القويّةَ وعَمودَهُ الفِقْريَّ المَرِنَ تُساعِدُهُ في التَّسارُعِ إلى نحو 100 كم/ سا.

# التّسارُع

القُوى يُمكِنُ أن تَجعَلَ الأشياءَ تَسارَعُ أي تَزيدُ في سُرعتِها. إذا تَعادَلَتِ القُوى المؤثِّرةُ في شيءٍ فإنّ سُرعتَهُ لا تَتغيَّرُ. لكن إذا كانتِ القوّةُ التي تَدفَعُهُ إلى الأمامِ أعظمَ من القوّةِ التي تَدفَعُهُ إلى الوراءِ، فإنّ سُرعتَهُ تَتزايَدُ إلى أن تَتعادَلَ القوّتانِ مُجدَّدًا.

القُوى غيرُ المُتعادِلةِ يُمكِنُ أن تؤدّيَ بالأشياءِ إلى تَغييرِ سُرعتِها أو اتّجاهِها.

## مَركَب مِغدَفيّ

يُري هذا المَركَبُ المِغدَفيُّ كيف أنّ عَدَمَ تَعادُلِ القُوى يُمكِنُ أن يَدفَعَ شيئًا إلى الأمامِ.

20

اللّوازم

- قِنّينة پلاستيكيّة سِعة لِترَين
- عودانِ طول الواحد نحو 23 سم
- وِعاء پلاستيكيّ له جَوانِب مُنبسِطة
- مِقَصّ
- شَريط مانِع للماء
- رِباط مَطّاطيّ، طوله نحو 9 سم

هل بإمْكانِكَ أن تَجعَلَ مَركَبَكَ يَجري إلى الوراءِ؟

1 فَصِّلْ من جَوانِبِ وِعاءِ البِلاستيكِ المُنبسِطةِ أربَعةَ مُستطيلاتٍ، قِياسُها 5 سم × 8 سم.

2 إطْوِ المُستطيلاتِ إلى نِصْفَينِ وأوقِفْها على جَوانِبِها الطَّويلةِ. قَرِّبِ الطَّيّاتِ بعضَها من بعضٍ لتَلتقيَ حَوافُّها، واربِطْها بشَريطٍ لاصِقٍ لتَعمَلَ عَجَلةَ تَغديفٍ.



3 أَلصِقْ كلًّا منَ العودَينِ إلى جانبٍ من جانِبَي القِنّينةِ عند نحوِ ثلاثةِ أرباعِ المَسافةِ نُزولًا، بحيث يَظَلُّ العودانِ بارِزَينِ نحو 7 سم.



4 مُطَّ الرِّباطَ المَطّاطيَّ حول العودَينِ البارِزَين. إستخدِمْ رِباطًا مُناسِبًا فلا يكون مَشدودًا.

5 أزلِقْ عَجَلةَ التَّغديفِ داخلَ الرِّباطِ المَطّاطيِّ وابْرُمْها. ضَعْ مَركَبَكَ في مَغطِسِ الحمّامِ أو في بركةِ ماءٍ، وأَفلِتْهُ.

### ماذا حَدَثَ؟

يُشغِّلُ المَركَبُ الطّاقةَ المُختزَنةَ أو الكامِنةَ في الرِّباطِ المَطّاطيِّ الذي بَرَمتَهُ. إذ تَدورُ عَجَلةُ التَّغديفِ إنّها تَدفَعُ الماءَ، ممّا يُخِلُّ بتَعادُلِ القُوى المؤثِّرةِ على القِنّينةِ. فتَجري مُتسارِعةً إلى أن تُصبِحَ مُقاوَمةُ الماءِ الذي يَرُدُّ بدَفْعٍ مُقابِلٍ مُساويةً لقوّةِ عَجَلةِ التَّغديفِ التي تَدفَعُ إلى الأمامِ، وتَعودُ القوّتانِ إلى حالةِ تَوازُنٍ. عندئذٍ يَجري المَركَبُ بسُرعةٍ ثابتةٍ إلى أن يَنفَدَ ما اختَزَنَهُ الرِّباطُ المَطّاطيُّ من قوّةٍ كامِنةٍ.

## سِباقُ صَواريخِ البالونات

قُصَّ بضعَ قشّاتِ شُرْبٍ (شَفّاطات) إلى أطوالِ 10 سم. أَسلِكْها في طَرَفِ خَيطِ الدّوبارةِ. إعقِدِ الخَيطَ بين كُرسيَّينِ يَبعُدُ الواحدُ عن الآخَرِ مسافة 10م. وليَكُنِ الخَيطُ مَشدودًا. أُنفُخْ بالونًا. أُقرُصِ العُنُقَ بإحكامٍ، ثمّ اطْلُب من صديقٍ أن يُلصِقَ البالونَ إلى القشّةِ الأولى. حَضِّرْ ساعةَ التَّوقيتِ، وأَفلِتِ البالونَ! وَقِّتْ ما يَستغرِقُهُ البالونُ في طيرانِهِ إلى الطَّرَفِ الآخرِ مِنَ الدّوبارةِ. قارِنْ أشكالًا مُختلِفةً مِنَ البالوناتِ لتَرى أيّها يكونُ الأسرعَ.

### اللّوازم

20

- كيسُ بالونات بأشكال مُختلِفة
- قشّاتُ شُرْب
- شَريط لاصِق
- كُرةُ خُيوطِ دوبارة
- شَريطُ قياس وساعةُ تَوقيت
- صديق

**هل بإمْكانِكَ أن تَحسُبَ مُعدَّلَ سُرعةِ بالوناتِكَ الصّاروخيّة؟**



### ماذا حَدَثَ؟

البالونُ يَضغَطُ الهواءَ داخلَه، فيَقسِرُهُ على الإندِفاعِ مِنَ الخلفِ، وهذا يَدفَعُ البالونَ إلى الأمامِ. البالوناتُ الطَّويلةُ الرَّفيعةُ تَطيرُ بسُرعةٍ أكبرَ مِنَ البالوناتِ الكُرَويّةِ لأنّ شكلَها أكثرُ انسيابيّةً وتدفَعُ في انطِلاقِها إلى الأمامِ كَمّيّةً أقلَّ مِنَ الهواءِ.

## نَظرة إلى الماضي

### الأرنب والسُّلَحفاة

في هذه الحكايةِ الإغريقيّةِ المَشهورةِ، يَتحدّى أرنبٌ سُلَحفاةً إلى سباقٍ. تَقبلُ السُّلَحفاةُ، ويَبدأُ السِّباقُ. يَندفِعُ الأرنبُ بسُرعةٍ، لكنّه يَتوقَّفُ لأخذِ غَفوةٍ. في هذه الأثناءِ تَمشي السُّلَحفاةُ مِشيةً ثابِتةً. عندما يَصحو الأرنبُ من غَفوتِهِ، تكونُ السُّلَحفاةُ تَقطَعُ خطَّ الوصولِ ويَخسَرُ الأرنبُ السِّباقَ. مع أنّ سُرعةَ الأرنبِ القُصوى تَفوقُ سُرعةَ السُّلَحفاةِ كثيرًا، فإنّ مُعدَّلَ سُرعتِهِ على مَدى السِّباقِ كلِّه كان أبطأَ من سُرعتِها.



### خطُّ النِّهاية

قد يكونُ الفرقُ بين الفائزِ بالميداليّةِ الذَّهبيّةِ وذاكَ الفائزِ بالفِضّيّةِ فترةً لا تَتجاوَزُ 1/100 من الثّانيةِ. في السِّباقاتِ العالَميّةِ، تَقومُ بعَمَليّةِ التَّسجيلِ كاميراتٌ مُزَوَّدةٌ بشُعاعٍ غيرِ مرئيٍّ. وهذا النَّوعُ مِنَ الكاميراتِ لا يَستطيعُ شخصٌ يَحمِلُ ساعةَ تَوقيتٍ، مهما بَلَغت بَراعتُهُ، مُجاراتَه.

# قياس السُّرعة

قياسُ السُّرعةِ له فوائدُ جمّةٌ. سائقو السَّيّاراتِ، على سَبيلِ المثالِ، يَحتاجونَ إلى أن تَظَلَّ سُرعتُها في حُدودِ السُّرعةِ المَسموحِ بها. سائقو القِطاراتِ يَحتاجونَ إلى أن يَعرِفوا أنّ سُرعتَهُم هي السُّرعةُ المُناسِبةُ للوصولِ إلى المحطّةِ التّاليةِ في الوقتِ المُناسِبِ. لقياسِ سُرعةِ الشَّيءِ، يَلزَمُكَ أن تَعرِفَ شيئَينِ - المسافةَ المَقطوعةَ والوقتَ الذي استغرَقَهُ قَطْعُ تلك المسافةِ.

اللّوازم



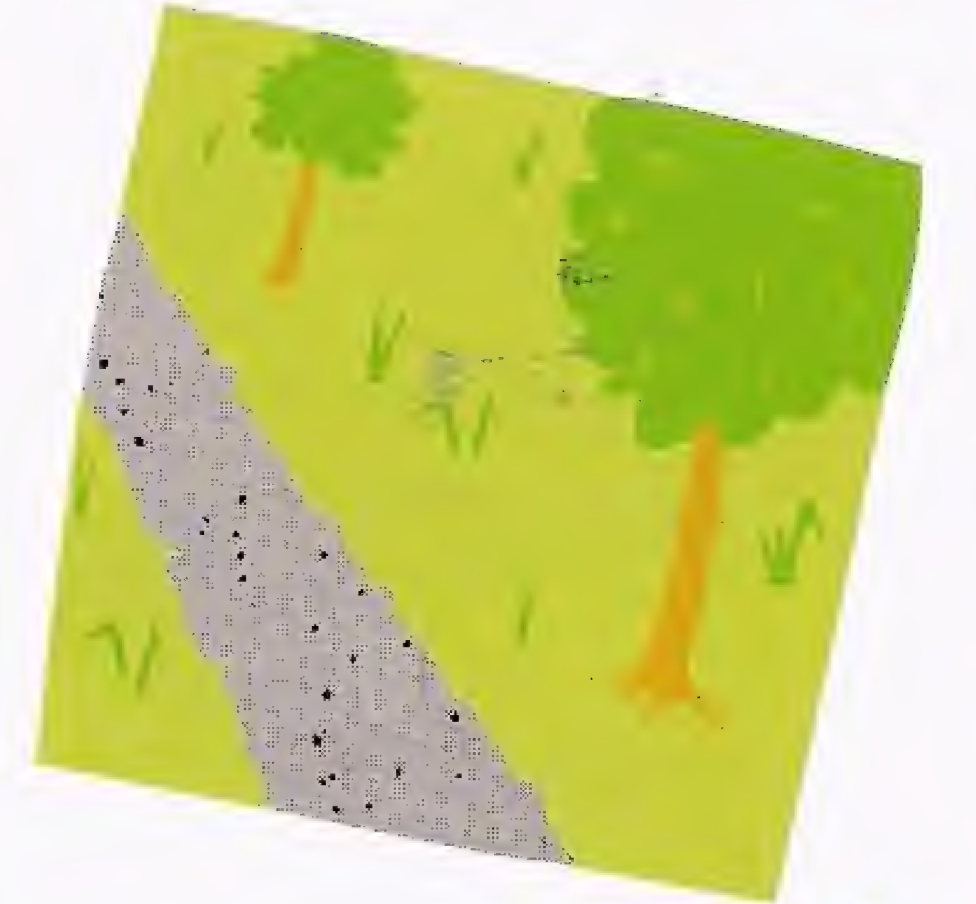

- دَرّاجة
- ساعةُ تَوقيت، أو ساعة تُبيِّن الثّواني
- شَريط قياس
- حاسِبة
- صديق

هل بإمْكانِكَ أن تَحسُبَ سُرعة قِيادتك للدّرّاجة؟

## تَجرِبةُ سُرعة



إليكَ طريقةً سَهلةً لقياسِ سُرعةِ دَرّاجٍ. اِسأَلْ راشدًا أن يَجِدَ لك مَوقِعًا آمنًا في مَسارِ الدَّرّاجِ تَقومُ منه بتَجرِبتِكَ.



1 قِسِ المسافةَ بين شيئَينِ يَقَعانِ في مَسارِ الدَّرّاجِ (شَجَرتانِ، مثلًا). حاوِلِ اختيارَ شيئَينِ يَبعُدُ الواحدُ منهما عن الآخرِ نحوَ 50 م.

2 اِجْرِ مسافةً قبلَ الوصولِ إلى النُّقطةِ الأولى لتكونَ سُرعتُكَ بين النُّقطتَينِ ثابتةً. أُطلُبْ من صديقٍ أن يوقِّتَ الزَّمَنَ الذي تَستغرِقُهُ في قَطعِ المسافةِ بين النُّقطتَينِ.

مُعدَّلُ السُّرعة = المسافة المَقطوعة / الوقت المُستغرَق

3 إستخدِمْ هذه المُعادَلةَ لتَحسُبَ سُرعةَ جَريِك. إذا حَسَبتَ المسافةَ بالأمتارِ والوقتَ بالثّواني، يكونُ الجوابُ مترًا بالثّانيةِ، أو اختصارًا م/ ثا.

### ماذا حَدَثَ ؟

مُعدَّلُ السُّرعةِ يَدلُّكَ على المسافةِ التي يَقطَعُها الدَّرّاجُ في الثّانيةِ. مثلًا، إذا كان الدَّرّاجُ يَقطَعُ 50 م في 5 ثوانٍ، فمُعدَّلُ سُرعتِهِ 5/50، أي 10 أمتارٍ في الثّانيةِ أو 10 م/ ثا. كثيرًا ما تُقاسُ السُّرعةُ بالكيلومترِ في السّاعةِ (كم/سا)، لكنّ الفِكرةَ هي نفسُها.

## جليد زَلِق

جَرِّبْ أن تُزلِّقَ أشياءَكَ على طاولةٍ الواحدَ بعد الآخرِ. الآن جَرِّبِ الأمرَ نفسَهُ مع مُكعَّبٍ جليدٍ. ما الذي تُلاحِظُهُ ؟



**كيف يَعمَلُ الماء عَمَلَ مُزيِّت (مُزلِّق)؟**

### اللّوازم

10

- الأشياء المُنبسِطة القاع منَ التَّجربة السّابقة
- طاولةُ مطبخ ملساءُ السَّطح
- مُكعَّبُ ثلج

### ماذا حدَثَ ؟

تَتشكَّلُ منَ الجليدِ الذي يَذوبُ طبقةُ ماءٍ رقيقةٌ تُخفِّفُ من كمّيّةِ الاحتِكاكِ بين مُكعَّبِ الجليدِ وسطحِ الطّاولةِ، فيَنزلِقُ المُكعَّبُ بسُهولةٍ أكبرَ. يَعمَلُ الماءُ عَمَلَ مُزيِّتٍ أو مُشحِّمٍ، مثلَ عَمَلِ الزَّيتِ أو الشَّحمِ بين الأجزاءِ المُتحرِّكةِ في المَكِنةِ. مع ذلك، لا يَنفَعُ الماءُ كمُزيِّتٍ في المَكِناتِ، لأنّه سُرعانَ ما يَتبخَّرُ وقد يؤدّي إلى صَدَأ أجزاءِ المَكِنةِ!

## فَرْكُ اليَدَينِ

جَرِّبْ فَرْكَ راحتَي يَدَيكَ معًا، بلُطفٍ وببُطءٍ أوّلًا، ثمّ على نحوٍ أسرعَ وأشدَّ. ماذا تُلاحِظُ ؟ بَلِّلْ يَدَيكَ بماءٍ صابونيٍّ، ثمّ قُمْ بالتَّجربةِ ثانيةً.

### اللّوازم

5

- يَداك
- ماء وصابون



### ماذا حدَثَ ؟

كلّما ازْدَدتَ في فَرْكِ يَدَيكَ شِدّةً وسُرعةً ازْدادَت حرارتُهما. ذلك أنّ فَرْكَ اليَدَينِ يُولِّدُ احتِكاكًا، والاحتِكاكُ يولِّدُ حرارةً. عندما تَقومُ بالشَّيءِ نفسِهِ ويَداكَ مُبلَّلتانِ بماءٍ صابونيٍّ، فإنّ الماء يُخفِّفُ منَ الاحتِكاكِ ويَقِلُّ شُعورُكَ بالحرارةِ.



## مُتزلِّدة

نَصْلُ حذاءِ التَّزلُّدِ (التَّرحلُقِ على الجليدِ) يَتسبَّبُ بضَغطٍ شديدٍ على الأرضِ الجليديّةِ. ذلك يُذيبُ الجليدَ، مُشكِّلًا طبقةً رقيقةً منَ الماءِ تُزيِّتُ نَصْلَ حذاءِ التَّزلُّدِ تمامًا كما يَفعَلُ الزَّيتُ. وهكذا يَتضاءَلُ الاحتِكاكُ إلى حدٍّ بعيدٍ ويَنطلِقُ المُتزلِّدُ أو المُتزلِّدةُ دون عائقٍ.

# الاِحتِكاك

حيث يَحتَكُّ شيئانِ أحدُهُما بالآخرِ، يَتولَّدُ احْتِكاكٌ. الاِحتِكاكُ هو قوّةٌ غيرُ مرئيّةٍ تَسعى إلى وَقْفِ الحَرَكةِ. يَحدُثُ الاِحتِكاكُ أيضًا عندما يَتحرَّكُ شيءٌ عبر سائلٍ كالماءِ أو عبر الهواءِ. وكثيرًا ما يُدعى عندئذٍ مُقاوَمةً. يكونُ الاِحتِكاكُ أحيانًا قوّةً نافِعةً تَكبَحُ الأشياءَ أو تُخفِّفُ من سُرعتِها، لكنّها تكونُ في أحيانٍ أُخرى مَصدَرَ إزعاجٍ. فَكِّرْ في درّاجةٍ - أنت تُزيِّتُ أجزاءَها المُتحرِّكةَ كالسِّلسلةِ للتَّخفيفِ منَ الاِحتِكاكِ، لكنّكَ تَرتكِبُ خطأً كبيرًا لو أنّك وَضعتَ زيتًا على حِتارِ أو حافّةِ العَجَلةِ حيث تَضغَطُ المَكابِحُ!

## اِنزِلاق أو مَسْك؟

هذه التَّجربةُ السَّريعةُ تُري كيف أنّ كمّيّةَ الاِحتِكاكِ بينَ سطحَينِ تَتوقَّفُ على مدى خُشونتِهما أو نُعومتِهما.

اللَّوازم

10

- لَوح خشبيّ كبير
- صينيّة پلاستيكيّة مَلساء
- تَشكيلة من أشياء مُنبسِطةِ القاع لا تَنكسِرُ بسُهولة، مثلُ كوب پلاستيكيّ وقِطعة نُقود مَعدنيّة ومِمْحاة وعُلبة كِبريت

**لِمَ تكون أشياءُ أسهلَ انزلاقًا من أشياءَ أُخرى؟**



1 صُفَّ أشياءَكَ على طولِ أحدِ طَرَفَي اللَّوحِ الخشبيِّ. أيُّ الأشياءِ في رأيكَ ستكونُ أسهلَ انزلاقًا.



2 ارْفَعْ طَرَفَ اللَّوحِ الخشبيِّ ببُطءٍ لتَرى أيَّ الأشياءِ يَنزلِقُ أوّلًا وأيُّها الأكثر تَمسُّكًا بالسَّطحِ.



3 الآن جَرِّبِ استخدامَ الصّينيّةِ البِلاستيكيّةِ. هل تَجِدُ فارِقًا في نتائجِ التَّجربةِ؟

### ماذا حَدَثَ؟

بعضُ الأشياءِ أسهلُ انزِلاقًا على لَوحِ الخشبِ لأنّ بين سطحِ أسفلِها واللَّوحِ نسبةً أقلَّ منَ الاِحتِكاكِ. وهذه هي الأشياءُ التي تَشعُرُ أنّها أنعمُ مَلمَسًا. وللسَّببِ نفسِهِ فإنّ الأشياءَ أسهلُ انزلاقًا على سطحٍ ناعمٍ مثلِ الصّينيّةِ البِلاستيكيّةِ.

## مُقاومةُ الهواء

قِفْ في موقعٍ عالٍ وجَرِّبْ أن تُسقِطَ أشياءَكَ الخفيفةَ الواحدَ بعد الآخرِ. لاحِظْ كيف تَسقُطُ. الآن خُذْ وَرَقتَي الشّاشِ وكَتِّلْ إحداهُما إلى شكلِ كُرةٍ، وأَسقِطْهُما في الوقتِ نفسِهِ. ماذا يَحدُثُ؟

### اللّوازم

5

- أجسام خفيفة عدّة يكونُ لها سُطوح كبيرة بالنِّسبة إلى وَزْنها، مثل ريشة ووَرَقةِ شَجَر وخَيط
- وَرَقتا شاش



لِمَ تَسقُطُ أشياء بسُرعة أكبرَ من سُقوط أُخرى؟

### ماذا حدَثَ؟

تَتسارَعُ الأشياءُ بعد إسقاطِها، ثمّ تَسقُطُ بسُرعةٍ ثابتةٍ إلى أن تَصِلَ إلى الأرضِ. لوَرَقةِ الشّاشِ المُكَوَّرة سطحٌ أصغرُ من سطحِ الوَرَقةِ المُنبسِطة. فتكونُ أسهلَ تَحرُّكًا في الهواءِ، وتَسقُطُ لذلك بسُرعةٍ أكبرَ. على الوَرَقةِ المُنبسِطةِ أن تُزيحَ من طريقِها منَ الهواءِ كمّيّةً أكبرَ بكثيرٍ ممّا على الكُرةِ أن تُزيحَهُ. مُقاوَمةُ الهواءِ الزّائدةُ هذه تَجعَلُها تَهبِطُ ببُطءٍ.

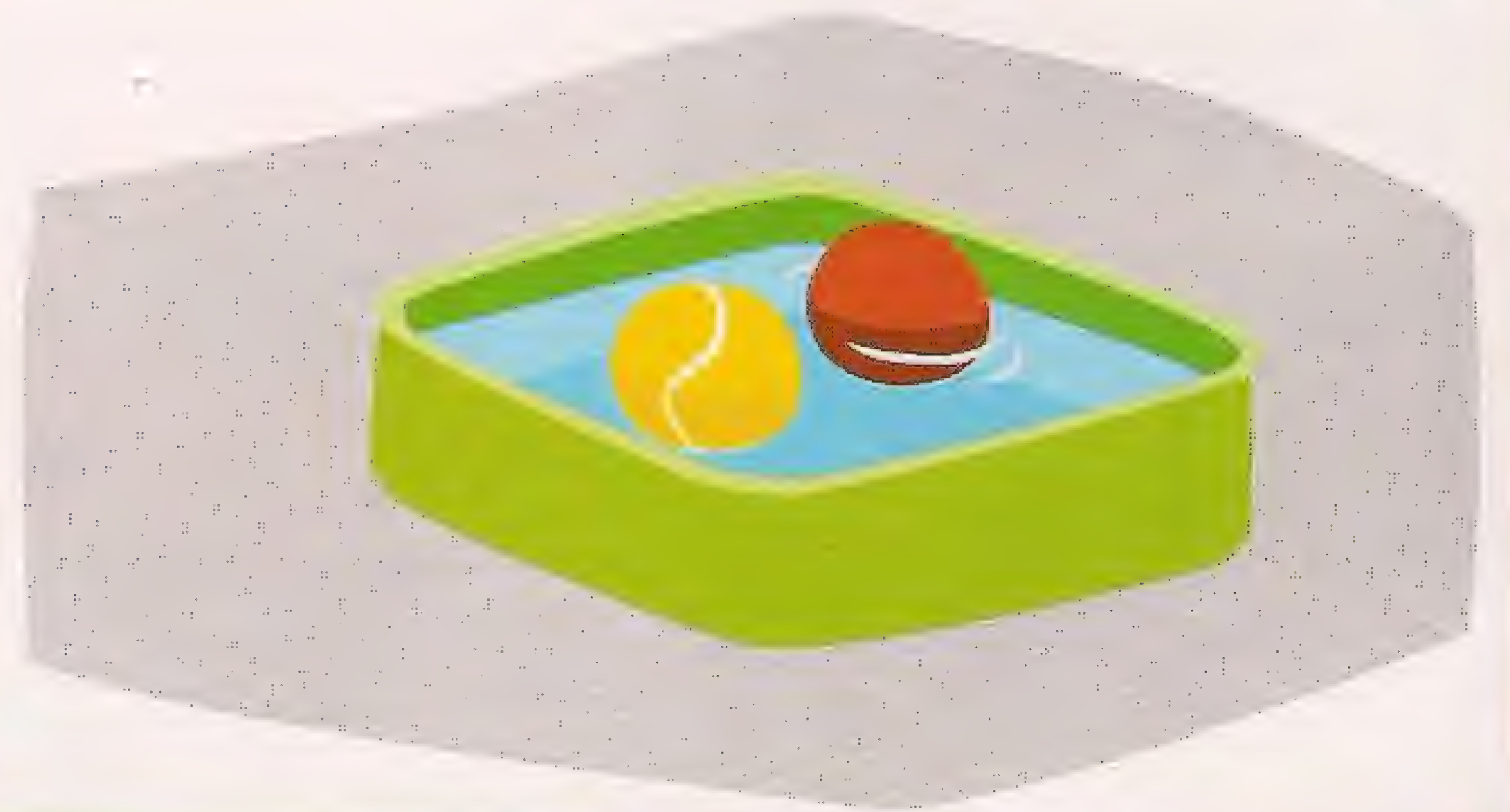
## مُقاوَمةُ الماء

ضَعْ كِلتا الكُرتَينِ في طاسِ ماءٍ، بحيث تطفوانِ. جرِّبْ أوّلًا تَدويمَ واحدةٍ، ثمّ الأُخرى. أيُّهما أسهلُ تدويمًا؟

### اللّوازم

5

- كُرةُ تِنِس
- طاسُ ماء
- كُرةُ مَطّاط مَلساء



### ماذا حدَثَ؟

يُقاوِمُ الماءُ الحَرَكةَ أشدَّ ممّا يُقاوِمُ الهواءُ. كُرةُ المَطّاطِ أسهلُ تَدويمًا لأنّ سطحَها الأملسَ لا يَتسبَّبُ بمُقاوَمةٍ شديدةٍ منَ الماءِ كما هي حالُ كُرةِ التِّنِسِ.



### مِظَلّيّ

عندما يَبدأُ باراشوتٌ بالهُبوطِ، يَتسارَعُ إلى أن تَتوازَنَ قوّةُ مُقاوَمةِ الهواءِ الضّاغطةِ صُعودًا مع قوّةِ شدِّ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ. ثمّ يُتابِعُ بعد ذلك هُبوطَهُ بمُعدَّلِ سُرعةٍ ثابتٍ نُسمّيهِ السُّرعةَ الانتهائيّةَ.

# مُقاوَمة الماء والهواء

نَبذُلُ مَجهودًا كبيرًا في السِّباحةِ. ذلك أنّ على السّابِحِ أن يَدفَعَ الماءَ من طريقِهِ إذ يَسبَحُ. كما أنّ هناك الاِحتِكاكَ بالماءِ المُنزلِقِ على جسمِ السّابحِ، والماءُ المُدوِّمُ وراءَهُ والذي يَشُدُّهُ إلى الوراءِ. للهواءِ أثرُ المُقاوَمةِ نفسُهُ، لكن عليك أن تَنطلِقَ بسُرعةٍ قبل أن تُحِسَّ فعلًا به. على أيِّ حالٍ، مُقاوَمةُ الماءِ أو الهواءِ ليست بلا حَسَناتٍ. لو أنّ ذِراعَي السّابحِ ورِجلَيهِ يَنزلِقانِ في الماءِ من دون مُقاوَمةٍ، لما أَمكَنَهُ أصلًا أن يَدفَعَ نفسَهُ إلى الأمامِ!

**كيف يُبطِئُ الباراشوت من سُرعةِ جسمٍ ساقِطٍ؟**

## اِصنَعْ باراشوتًا

سترَى كيف أنّ باراشوتًا بسيطًا يُبطِئُ من سُرعةِ جسمٍ ساقِطٍ.

**اللّوازم** (20)

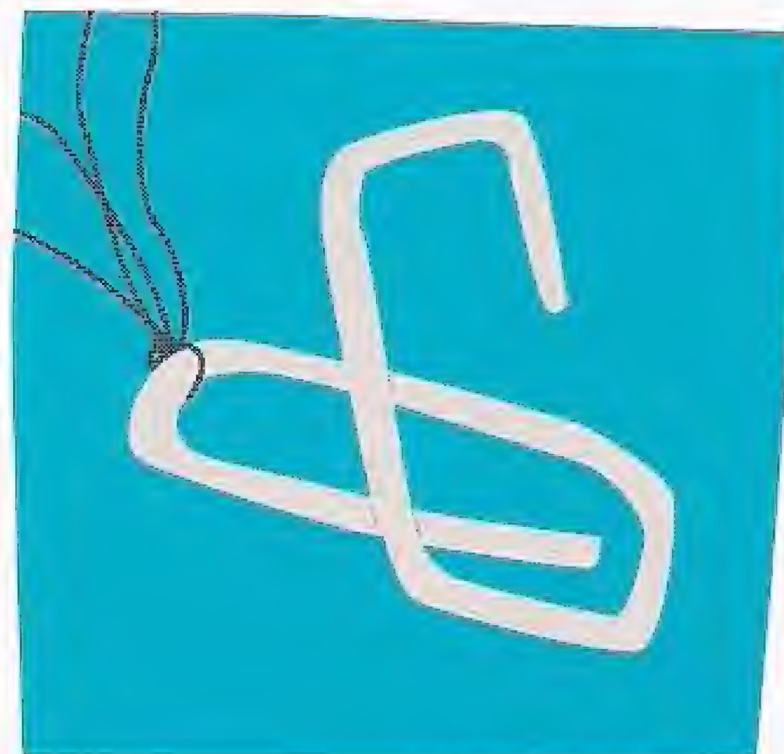
- كيس پلاستيكيّ
- خَيط
- مِقَصّ
- مِشبكُ وَرَق
- مِثقَب وَرَق
- مَعجون تَشكيل يُستخدَمُ وَزْنًا، أو لُعبة صغيرة تكونُ المِظَلّيَّ الهابِط.



**1** فَصِّلْ 30 سم مُربَّعًا من كيسٍ پلاستيكيٍّ واثقُبْهُ بمِثقَبِ وَرَقٍ قريبًا من كلٍّ من قُرنِهِ الأربعِ.



**2** اِربِطْ بكلِّ قُرنةٍ خَيطًا طولُه 40 سم.



**3** اِربِطِ الأطرافَ السّائبةَ منَ الخُيوطِ إلى مِشبَكِ وَرَقٍ وأَضِفْ قليلًا من مَعجونِ التَّشكيلِ، أو الْوِ مِشبَكَ الوَرَقِ وعَلِّقْ عليه المِظَلّيَّ الذي اخْترتَهُ.

**4** أَسقِطِ الباراشوتَ من موقعٍ مُرتفعٍ آمِنٍ وانظُرْ ما يَستغرِقُهُ السُّقوطُ من وقتٍ.

**ماذا حدَثَ؟**

تَعمَلُ الباراشوتاتُ بأن تَتسبَّبَ بأشدِّ ما يُمكِنُ من مُقاومةِ الهواءِ. الظُّلّةُ الكبيرةُ المُقوَّسةُ تَحتبِسُ تحتها الهواءَ فيَضغَطُ عليها في أثناءِ هُبوطِها ضَغطًا صاعِدًا. وكلّما زادَتْ سُرعةُ سُقوطِ الباراشوتِ اشتَدَّتِ القوّةُ الضّاغطةُ صُعودًا ممّا يُوفِّرُ هُبوطًا آمِنًا.

# الهِليوم المُحوِّم

إصنَعْ أوزانًا مُتطابِقةً بأن تُفصِّلَ من صينيّةِ أَلُمنيومٍ اطِّراحيّةٍ مُربَّعاتٍ بقياس 2 سم × 2 سم. إستخدِمْ مِشبَكَ وَرَقٍ مَفتوحًا لتثقُبَ فُتحةً في إحدى قُرَنِ كلٍّ منَ الأوزانِ. اِربِطْ مِشبَكَ وَرَقٍ إلى بالونِ الهِليومِ المَربوطِ بخَيطٍ، والْوِ المِشبَكَ لتُشكِّلَ منه عَقفةً تُعلِّقُ منها الأوزانَ.

عَلِّقِ الأوزانَ الواحدَ بعد الآخرِ إلى أن ترى أنّ البالونَ لا يَستطيعُ أن يرفَعَ المزيدَ. عليك في كلِّ ساعةٍ أو نحوِها أن تَنزِعَ وَزْنًا لتُبقيَ البالونَ طافيًا في الهواءِ.

10

**اللّوازم**

- بالون مَملوء بالهِليوم حديثًا (من النَّوعِ الذي يَرتفِعُ إلى السَّقف)
- مَشابِكُ وَرَق
- خَيط دوبارة
- صينيّة أَلُمنيوم اطِّراحيّة (تُستعمَلُ لمرّة واحدة ثمّ تُطرَح)



## ماذا حَدَثَ ؟

الهواءُ هو مَزيجٌ من غازاتٍ، يُشكِّلُ النّتروجينُ والأُكسجينُ، وكلاهُما أثقلُ منَ الهِليومِ، الجانبَ الأكبرَ منها. فالهِليومُ غازٌ خفيفٌ للغاية. لذا فإنّ بالونًا مَملوءًا بالهِليومِ يكونُ أخفَّ منَ الهواءِ ويَرتفِعُ فيه. على أنّ جُزيئاتِ الهِليومِ دقيقةٌ للغايةِ، ولهذا فإنّها تَبدأُ بعد حينٍ بالتّسرُّبِ منَ البالونِ. وحين يَتقلَّصُ البالونُ يُصبِحُ أثقلَ منَ الهواءِ فتَشُدُّهُ الجاذبيّةُ عائدةً به إلى الأرضِ.



## نَظرة إلى الماضي

## طَيّارُ كُرسيِّ الحديقة

في العام 1982 قَرَّرَ لاري والْتِرْز أن يَطيرَ بطريقتِهِ الخاصّةِ. رَبَطَ 45 بالونًا مَملوءًا بالهِليومِ إلى كُرسيِّ حديقةٍ وأفلَتَ نفسَهُ في الهواءِ، آمِلًا أن يَطفوَ قليلًا عن الأرضِ. لكنّه بدلًا من ذلك، انْدفَعَ في الجوِّ إلى عُلوِّ 3200 م. وبعد 14 ساعةً منَ الرُّعبِ والبردِ قَضاها مُتجوِّلًا في الجوِّ، مَرَّ بجوارِ طائرةِ مُسافِرينَ، فأَبلَغَ قائدُها أنّه شاهَدَ رَجُلًا على كُرسيِّ حديقةٍ يَطيرُ على عُلوِّ 3200 م! أخيرًا تَمكَّنَت طائرةُ هليكوبتر من إنقاذِهِ فوق البحرِ.



## بالونُ الهواء السّاخن

يُسخِّنُ حَرّاقٌ قويٌّ الهواءَ داخلَ البالونِ. ويَتسبَّبُ الهواءُ الأبردُ والأكثفُ في الخارجِ بدَفْعٍ عُلويٍّ، فيَرتفِعُ البالونُ في الجوِّ. ويَلزَمُ الإبقاءُ على الهواءِ ساخنًا ليَظَلَّ مُرتفِعًا في الجوِّ، لذا تَتواصَلُ عمليّةُ التّسخينِ.

# طَفْوٌ في الهواء

نحن لا نَرى الهواءَ، لذلك يَسهُلُ علينا نِسيانُ أنّ للهواءِ وَزْنًا. في الحقيقةِ، لجوِّ الأرضِ وَزْنٌ هائلٌ - راجِعْ تَجربةَ ضَغطِ الهواءِ في الصَّفحةِ 14. يَتسبَّبُ الهواءُ على الأشياءِ، مثلُهُ مثلُ الماءِ، بضَغطٍ صاعدٍ، نُسمّيهِ دَفْعًا عُلويًّا أو دَفْعًا رافِعًا. صَدِّقْ أو لا تُصدِّقْ، إذا وَضَعتَ شيئًا على ميزانٍ فإنّ وَزْنَهُ يَزدادُ إذا أنت فَرَّغتَ المكانَ منَ الهواءِ، مثلما يَزدادُ وَزْنُكَ إذا فَرَّغتَ مَغطِسَ الحمّامِ منَ الماءِ. يَطفو الشَّيءُ في الهواءِ، مثلما يَطفو في الماءِ، إذا كانت قوّةُ الدَّفعِ العُلويِّ مُساويةً أو تَزيدُ على وَزْنِهِ.

## اِصنَعْ بالونَ هواء ساخن

يَحتاجُ هذا البالونُ إلى دِقّةٍ في الصُّنْعِ، لكنّ التَّجربةَ مُسلّيةٌ للغايةِ! أُطلُبِ العونَ من راشِدٍ. حالما تَصنَعُ نَموذجًا مُصغَّرًا يُمكِنُكَ صُنْعُ بالونٍ كبيرٍ بالمُحافَظةِ على نِسبةِ المَقاييسِ.

**اللّوازم** 20

- طَلْحيّات من وَرَقِ الشّاش
- مِقَصّ
- غِراء
- مُجفِّفةُ شَعْر
- قشّاتُ شُرْب (شفّاطات) قابِلة للثَّني

**1** اِصنَعْ لَوحَ تَفصيلٍ، ثمّ فَصِّلْ ثماني قِطَعٍ من وَرَقِ الشّاشِ على الشَّكلِ المُبيَّنِ.

**2** أَلصِقِ الأطرافَ معًا لتَبنيَ بالونَكَ، مُستخدِمًا أقلَّ ما يُمكِنُ من غِراءٍ. لا يَهُمُّ إذا أنت زَمَمتَ وَرَقَ الشّاشِ قليلًا للوصولِ إلى شكلِ البالونِ الصَّحيحِ، ما دامَ لا يوجدُ فَجَواتٌ عند خُطوطِ الوَصْلِ. يُمكِنُ اسْتِخدامُ رُقعةٍ مُستديرةٍ في أعلى البالونِ لسَدِّ أيِّ فَجوةٍ.

**3** أُطلُبْ من راشِدٍ أن يَملأَ البالونَ بهواءٍ ساخنٍ مُستخدِمًا مُجفِّفةَ شَعْرٍ. إذا انْقلَبَ البالونُ رأسًا على عقبٍ، قَوِّ الفُتحةَ بأن تَغرِزَ حولها بِضعَ قشّاتِ شُرْبٍ قابلةٍ للثَّني.

**ما الذي يَجعَلُ البالون يَطير؟**

**ماذا حَدَثَ؟**

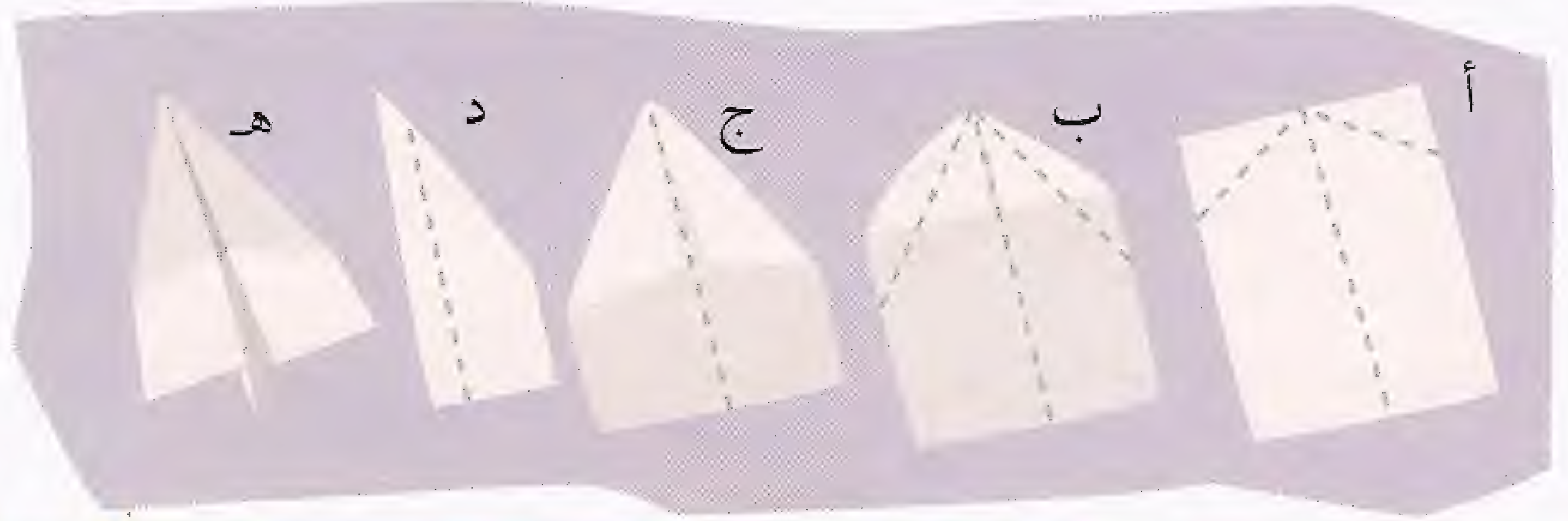
يَتمدَّدُ الهواءُ داخلَ البالونِ عند تَسخينِهِ، فيَدفَعُ بعضَهُ منَ الفُتحةِ. الآن تَشغَلُ الحيِّزَ نفسَهُ داخلَ البالونِ كَمّيّةٌ أقلُّ منَ الهواءِ، وتكونُ كثافتُها بالتالي أقلَّ. ويَتسبَّبُ الدَّفْعُ العُلويُّ للهواءِ الأبردِ والأثقلِ حول البالونِ برَفعِهِ في الجوِّ. وإذ يَبرُدُ الهواءُ داخلَ البالونِ تَعودُ إليه كثافتُهُ العاديّةُ وثِقْلُهُ، فيَعودُ البالونُ ويَهبِطُ إلى الأرضِ.



## إصنَعْ طائرة شِراعيّة

اللّوازم
- ورَقة
- مِشْبكُ ورَق

إتّبِعِ الرّسمَ التّخطيطيَّ لتَطويَ الوَرَقةَ. أَضِفْ مِشْبَكَ ورَقٍ إلى الأنفِ أو مُقدَّمِ الطّائرةِ، ثمّ ارْمِ طائرتَكَ بلُطفٍ. جَرِّبْ تَغييرَ مَوضِعِ مِشْبَكِ الوَرَقِ لتَرى المكانَ المُناسِبَ الذي يُرسِلُ طائرتَكَ إلى أبعدِ نُقطةٍ.




### ماذا حَدَثَ ؟

تَطيرُ الطّائرةُ الشّراعيّةُ مسافةً طويلةً لأنّ مُقاوَمةَ الهواءِ تولِّدُ على الجَناحَينِ دَفعًا عُلويًّا، مُعاكِسًا دَفْعَ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ.

## إصنَعْ طائرةَ جَيروكوبتر

اللّوازم
- وَرَقة مُقوّاة رقيقة
- قَلَم ومِسْطَرة
- مِقصّ
- مِشْبكُ وَرَق

أُرسُمِ الشّكلَ المُبيَّنَ. فَصِّلِ الشّقّتَينِ الجانبيّتَينِ واطْوِهما لعَمَلِ الجَناحَينِ. صِلْ بأسفلِ طائرتِكَ مِشْبَكَ وَرَقٍ ثمّ ارْمِها في الهواءِ.



ماذا يَحدُثُ إذا صَنَعتَ طائرة ضِعفَ حجمِ هذه الطّائرةِ؟





### ماذا حَدَثَ ؟

الجَيروكوبتَر هي طائرةُ هليكوبتر من غيرِ مُحرِّكٍ. إذ تَهْوي الطّائرةُ تَتسبَّبُ مُقاوَمةُ الهواءِ بتَدويمِ الجَناحَينِ. ويولِّدُ الجَناحانِ المُدوِّمانِ دَفعًا صاعِدًا يكونُ مُعاكِسًا لاتّجاهِ الجاذبيّةِ ويَعمَلُ على إبطاءِ السُّقوطِ. أشجارُ الجُمَّيْزِ تَنشُرُ بهذه الطّريقةِ بُذورَها. كلّما كانتِ الجَيروكوبتر أكبرَ كان سُقوطُها أبطأَ.

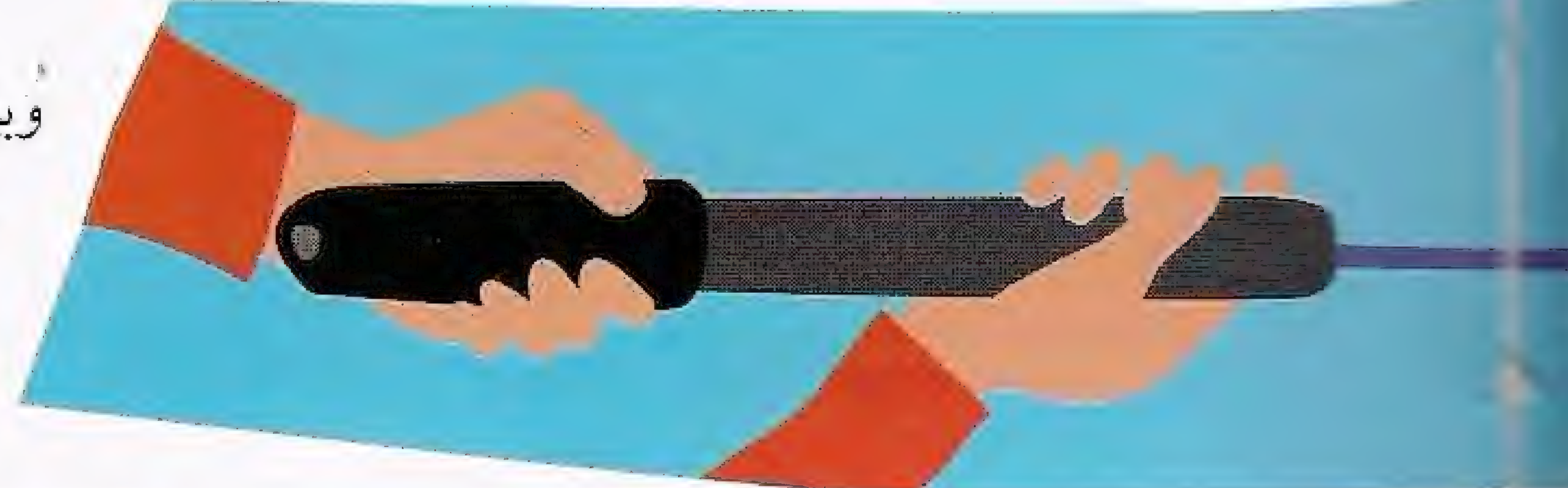
### ماذا حَدَثَ ؟

إنّ ضَخَّ الهواءِ في القِنّينةِ يَزيدُ مِنَ الضّغطِ داخلَها إلى أن يَتغلّبَ على قوّةِ الاحتِكاكِ التي تَمسِكُ الفِلّينةَ في عُنُقِ القِنّينةِ. ويؤدّي انْدِفاعُ الهواءِ والماءِ مِنَ القِنّينةِ إلى قوّةِ ردِّ فِعْلٍ تَدفَعُ الصّاروخَ عُلوًّا في الجوِّ.

## الكُندورُ الجَوّال

الطُّيورُ هي سادةُ الأجواءِ. بإمْكانِ طائرِ الكُنْدورِ هذا أن يُصفِّقَ بجَناحَيهِ ليَنطلِقَ ويَعلوَ في الجوِّ. وبإمكانِهِ عندئذٍ أن يَنزلِقَ دون تَصفيقٍ بأَجنِحتِهِ مسافاتٍ طويلةً. إنّ شكلَ جَناحَيهِ يولِّدُ دَفعًا عُلويًّا، وبإمْكانِهِ أن يَستمِرَّ في الطّيَرانِ مُستخدِمًا التّيّاراتِ الحراريّةَ الصّاعِدةَ فيَطيرُ لساعاتٍ.





# الطّيران

هنالك طُرُقٌ أُخرى لإحداثِ قوّةِ دَفعٍ عُلويّةٍ على الأشياءِ وجَعْلِها تَطيرُ، غيرُ طريقةِ الهواءِ السّاخنِ أو غازِ الهِليومِ الخفيفِ. الطُّيورُ والحشراتُ الطائرةُ تَخفِقُ بأَجنِحتِها لتَرتفِعَ، وتَدفَعُ الهواءَ نُزولًا وإلى الوراءِ لتَندفِعَ إلى الأمامِ. تَستخدِمُ الطّائراتُ الفِكرةَ نفسَها، لكنّ لها أَجنِحةً ثابتةً ومَراوِحَ أو مُحرِّكاتٍ نفّاثةً تَدفعُها إلى الأمامِ. وهي تَرتفِعُ في الجوِّ بفِعْلِ شكلِ أَجنِحتِها. أمّا الصّواريخُ فتَعمَلُ بطَرْدِ غازاتٍ ساخنةٍ من جهةِ ذَيْلِها وهذا يؤدّي إلى انْدِفاعِ الصّاروخِ في الاتّجاهِ المُعاكِسِ، بقوّةِ رَدِّ الفعلِ، ويَحدُثُ ذلك حتّى في الفضاءِ الخالي منَ الهواءِ.

## اِصنَعْ صاروخًا

هذا الصّاروخُ المائيُّ مجالُ تَسليةٍ وفائدةٍ، لكنّكَ تَحتاجُ إلى راشدٍ لمُساعدتِكَ في صُنعِهِ والإشرافِ على إطلاقِهِ.

**اللّوازم** 25

- قِنّينةُ مَشروبات فَوّارة بلاستيكيّة
- فِلّينةُ قِنّينة
- خشبُ بَلْسا وغِراء قويّ
- مِثْقاب ذو ريشة صغيرة
- مِنْفاخ درّاجة
- إبرةُ وُصْلة مُهايئة، منَ النّوعِ المُستخدَم لنَفْخِ كُراتِ كُرةِ القَدَم أو كُرةِ السَّلّة
- غِراء

**1** فَصِّلْ من خشبِ البَلْسا ثلاثَ قِطَعٍ أو أربعًا على الشَّكلِ الذي تراهُ إلى اليمينِ، وغَرِّها إلى القِنّينةِ. يُفترَضُ أن يَقِفَ الصّاروخُ على هذه القِطَعِ. أُترُكِ الغِراءَ يَستقِرُّ.

**2** أُطلُبْ من راشدٍ أن يَعمَلَ في الفِلّينةِ ثَقْبًا صغيرًا، وادفَعْ إبرةَ الوُصْلةِ المُهايئةِ داخلَها. يَنبغي أن تكونَ الإبرةُ مَحشورةً لئلّا يَتسرَّبَ هواءٌ.



**3** اِملأ القِنّينةَ إلى نحوِ رُبْعِها بالماءِ واحْشُرِ الفِلّينةَ بقوّةٍ.

**4** خُذْ صاروخَكَ إلى مَوضِعٍ خالٍ في الهواءِ الطَّلقِ، بعيدًا عن المباني وأسلاكِ الأعمدةِ. صِلِ المِنْفاخَ بالوُصْلةِ المُهايئةِ. أُنفُخْ في القِنّينةِ هواءً. تابِعِ النَّفخَ، مُبتعِدًا قَدْرَ الإمكانِ إلى الوراءِ. سيَتزايَدُ الضَّغطُ داخلَ القِنّينةِ إلى أن تَطِقَّ الفِلّينةُ خارجةً منَ القِنّينةِ، ويَنطلِقَ الصّاروخُ!

## إصنعْ بَكرة مُزدوِجة

### اللّوازم
20
- أربعُ بَكَراتِ خُيوط
- عَلّاقةُ ثياب سِلكيّة
- خَيط دوبارة
- دلوٌ لُعبة وبعضُ الأشياء لتُوضَع فيه
- قَطّاعةُ أسلاك

إسألْ راشدًا أن يَقُصَّ عَلّاقةَ ثيابٍ إلى قِطعتَينِ والْوِهِما لتَعليقِ البَكَراتِ والدَّلوِ، كما هو مُبيَّنٌ. عَلِّقِ السِّلكَ من غيرِ الدَّلوِ من خُطّافٍ، واربِطْ خَيطَ الدّوبارةِ كما تَرى ثمّ أسلِكْهُ حول البَكَراتِ كلِّها. جَرِّبْ أن تَرفَعَ بعضَ الأوزانِ في بَكرتِكَ المُزدوِجةِ.

**كيف يُمكِنُكَ رَفعُ الدَّلو مُستخدِمًا البَكرة المُزدوِجة؟**



### ماذا حَدَثَ ؟

البَكرةُ المُزدوِجةُ تَعمَلُ بالطَّريقةِ التي عَمِلَت بها تَجربةُ المِكنَسةِ. إنّ شَدَّ الخَيطِ مسافةً طويلةً بقوّةٍ قليلةٍ يَرفَعُ وَزنًا مسافةً قصيرةً بقوّةٍ كبيرةٍ، لذا يَسهُلُ رَفعُ الدَّلوِ.

## الرَّوافِع

### اللّوازم
5
- عُلبة ذات غِطاء مُحكَم، مثلُ عُلبةِ كاكاو
- مِلعَقة صغيرة
- مِلعَقة كبيرة

أُطلُبْ من راشدٍ أن يَقرَعَ غِطاءَ العُلبةِ ليُصبِحَ مُحكَمًا للغايةِ. جَرِّبْ رَفعَهُ أوّلًا بيَدِ مِلعَقةٍ صغيرةٍ ثمّ بيَدِ ملعقةٍ كبيرةٍ. إنتبِهْ لئلّا تَلويَ أيًّا مِنَ المِلعَقتَينِ.



### ماذا حَدَثَ ؟

كلّما زادَ طولُ الرّافعةِ، عَظُمَتِ القوّةُ التي يُمكِنُ أن تَبذُلَها. إنّ يَدَ المِلعَقةِ رافِعةٌ وحافّةَ العُلبةِ هي المُرتكَزُ. عندما تَضغَطُ على المِلعَقةِ، تتحرَّكُ يَدُكَ مسافةً طويلةً بقوّةٍ قليلةٍ. الطَّرَفُ الآخرُ لليَدِ يَدفَعُ الغِطاءَ إلى أعلى مسافةً قصيرةً بقوّةٍ كبيرةٍ.

## رافِعُ الأَحمال



عَرَبةُ اليَدِ تُكبِّرُ القوّةَ أيضًا. العَجَلةُ هي المُرتكَزُ والمسكتانِ هما الرّافعةُ. بإمكانِكَ إذ تَرفَعُ المسكتَينِ مسافةً طويلةً بقوّةٍ قليلةٍ أن تَرفَعَ حِملًا ثقيلًا عن الأرضِ مسافةً قصيرةً بقوّةٍ كبيرةٍ.

# مُكبِّـرة القُوى

الرَّوافِعُ والبَكَراتُ تُكبِّرُ القوى ، أو تُضخِّمُها . كيف تَنزِعُ غِطاءَ عُلبةِ دِهانٍ ؟ تَستخدِمُ مِفَكَّ بَراغيَّ أو ما أشبهَ كعَتَلةٍ . فَكِّرْ في مِقبَضِ البابِ . تُحرِّكُ المِقبَضَ مسافةً طويلةً لتُحرِّكَ لِسانَ القُفْلِ مسافةً قصيرةً ويَنغلِقَ البابُ . وهذا ما نَقصِدُهُ بمُكبِّرةِ القُوى . تُستخدَمُ قوّةٌ صغيرةٌ في تَحريكِ طَرَفٍ مسافةً طويلةً ، ويَنتِجُ عن ذلك في الطَّرَفِ الآخرِ قوّةٌ كبيرةٌ تُحرِّكُ شيئًا مسافةً قصيرةً .

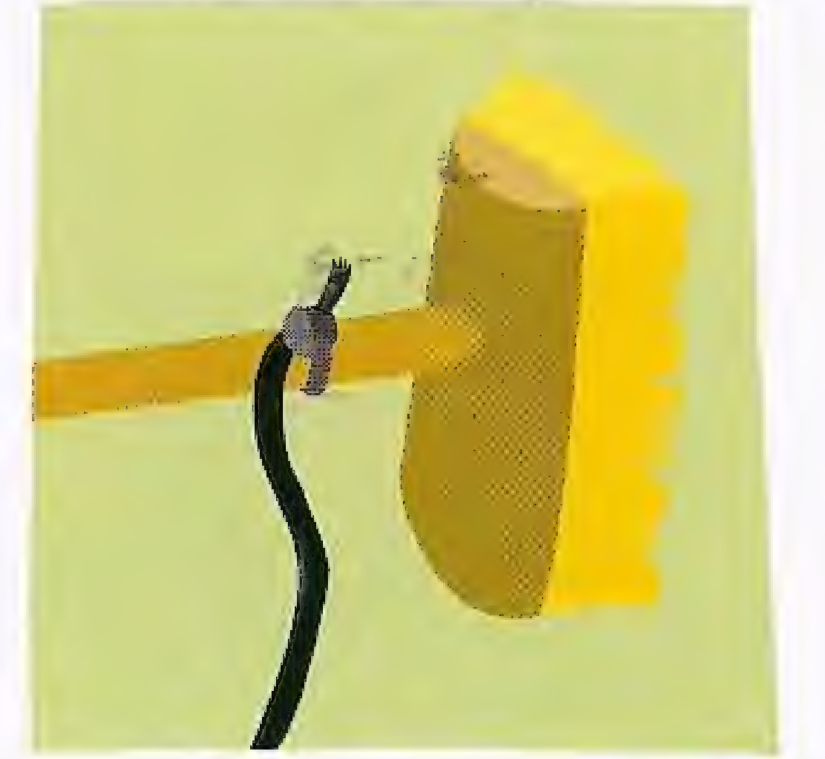
## قوّةُ البَكَرات

أَفرِحْ أصدقاءَكَ وأَرهِبْ خُصومَكَ بعَرضِ قُواكَ الخارِقةِ!

اللَّوازم

10

- مِكنَستانِ أو مِمسَحتانِ
- حَبل طولُه بضعةُ أمتار
- مَسحوقُ الطَّلْق
- بِضعةُ أصدقاء



1 اِعقِدِ الحَبلَ قربَ أحدِ طَرَفَي مِكنَسةٍ .



2 غَبِّرْ مسكةَ كلٍّ منَ المِكنَستَينِ بمَسحوقِ الطَّلْقِ للتَّخفيفِ منَ الاحتِكاكِ .



3 أُطلُبْ من صديقَينِ أو حتّى أربعةِ أصدقاءَ أن يَمسِكوا المِكنَستَينِ مُتباعِدتَينِ قليلًا .



4 أَسلِكِ الحَبلَ حولَ المِكنَستَينِ كما تَرى . اِمسِكْ طَرَفَ الحَبلِ السّائبَ . قُلْ لأصدقائِكَ أن يُحاوِلوا بكلِّ قواهُم أن يُبقوا المِكنَستَينِ مُتباعِدتَينِ بينما تَقومُ أنت بالتَّقريبِ بينهما بجُهدٍ قليلٍ !

### ماذا حَدَثَ ؟

الطَّريقةُ التي يَلتَفُّ بها الحَبلُ حولَ المِكنَستَينِ، تَجعَلُكَ قادِرًا على أن تَشُدَّ طَرَفَ الحَبلِ السّائبَ مسافةً طويلةً بمَجهودٍ قليلٍ ممّا يَنتِجُ عنه في الطَّرَفِ الآخرِ للحَبلِ قوّةٌ كبيرةٌ تُقرِّبُ بين المِكنَستَينِ مسافةً قصيرةً.

## صُنْعُ المُسنَّنات

عَلِّمْ مَركَزَ كلِّ غِطاءٍ واطلُبْ من راشدٍ أن يَثقُبَه. غَرِّ بَكرةَ خُيوطٍ على كلِّ غِطاءٍ بحيث يكونُ ثَقبُ الغِطاءِ وفُتحةُ البَكرةِ على خطٍّ واحدٍ. مُطَّ رِباطًا مَطّاطيًّا سميكًا حول حافّةِ كلِّ غِطاءٍ لتَشُدَّهُ.

اِغرِزْ مِسمارَين في الوَرَقةِ المُقوّاةِ، واجْعَلِ المسافةَ بينهما بحيث تَتماسُّ حافّتا الغِطاءَينِ حين تُدخِلُ كلًّا منهما في مِسمارٍ. أَدِرِ الغِطاءَ الكبيرَ ولاحِظْ كيف أنّ الغِطاءَ الصَّغيرَ يَبدأُ بالدَّورانِ. جَرِّبْ بضعةَ أحجامٍ مُختلِفةٍ منَ الأغطيةِ - بل إنّ بإمْكانِكَ أن تَصُفَّ ثلاثةَ أغطيةٍ، الواحد مُلامِسًا للآخرِ. عليكَ أن تُغيِّرَ مَوضِعَ المِسمارِ في كلِّ مرّةٍ تُغيِّرُ الغِطاءَ.



20

### اللّوازم

- أَربِطة مَطّاطيّة عريضة
- وَرَقة مُقوّاة سميكة
- مِطرَقة ومِسماران بطول 4 سم
- بَكَراتُ خُيوط
- أغطيةُ مَرطَبانات (بَرطَمانات) بأَحجام مُختلِفة

### ماذا حَدَثَ ؟

هذه التَّجربةُ تُشبِهُ المُسنَّنَ العُلويَّ في درّاجةٍ، لكن من دون سلسلةٍ تَصِلُ بين عَجَلاتِ المُسنَّنات. إنّ تدويرَ العَجَلةِ الكبيرةِ بِبُطءٍ يُدوِّرُ العَجَلةَ الصَّغيرةَ بسُرعةٍ في اتِّجاهٍ مُعاكِسٍ، من غيرِ قوّةٍ زائدةٍ. بإمْكانِكَ أن تُحوِّلَ ذلك إلى نَموذَجٍ منَ المُسنَّنِ السُّفليِّ بأن تَستخدِمَ العَجَلةَ الصَّغيرةَ لتَدويرِ العَجَلةِ الكبيرةِ. الآن تَدورُ العَجَلةُ الكبيرةُ بِبُطءٍ بمَجهودٍ كبيرٍ.

## نَظرة إلى الماضي



### كرونومِتر هاريسون

لا تَقتصِرُ الفائدةُ منَ المُسنَّناتِ على المَكِناتِ الكبيرةِ مثلِ الدّرّاجاتِ. تُستخدَمُ ميكانيكيّةُ المُسنَّناتِ في تدويرِ عَقارِبِ أنواعٍ منَ السّاعاتِ بالسُّرعةِ المناسبةِ وبدِقّةٍ بالِغةٍ. أوّلُ ساعةٍ مَحمولةٍ دقيقةٍ بَناها السّاعاتيّ الإنجليزيّ جون هاريسون قبل نحوِ 250 سنةً وعُرِفَت باسمِ كرونومتر هـ 4. كانت تلك السّاعةُ بمُسنَّناتِها ونَوابِضِها المُعقَّدةِ تُعطي الوقتَ الصَّحيحَ حتّى على مَتنِ السُّفُنِ التي تَجوبُ المُحيطاتِ. وكان ذلك تقدُّمًا مُدهِشًا. فالمعرفةُ الدَّقيقةُ للوقتِ تُتيحُ للبَحّارةِ أن يُعيِّنوا بدقّةٍ مَوضِعَهُم في البحرِ. لقد صَرَفَ هاريسون 40 سنةً من حياتِهِ في تَطويرِ ساعةِ الكرونومتر هـ 4، لكن نالَ لقاءَ ذلك مُكافأةً مُجزيةً مِقدارُها 18 000 جنيهٍ إسترلينيٍّ وكان ذلك آنذاك ثروةً كبيرةً.




### الدّرّاجة السَّريعة

فازَ كْرِس بوردْمَن في العام 1992 بالميداليّةِ الذَّهبيّةِ على درّاجتِهِ الفائقةِ الخِفّةِ. أسنانُ المُسنَّنِ الأماميِّ في السِّلسلةِ أكبرُ بكثيرٍ من أسنانِ الدّولابِ الخَلفيِّ، ممّا يُعطي قُدرةَ تَعشيقٍ، أو تَسنينٍ، عاليةً. للدّرّاجةِ وللدّرّاجِ نفسِهِ خُطوطٌ انسيابيّةٌ تُساعِدُ على الانزلاقِ بسُهولةٍ عبرَ الهواءِ.

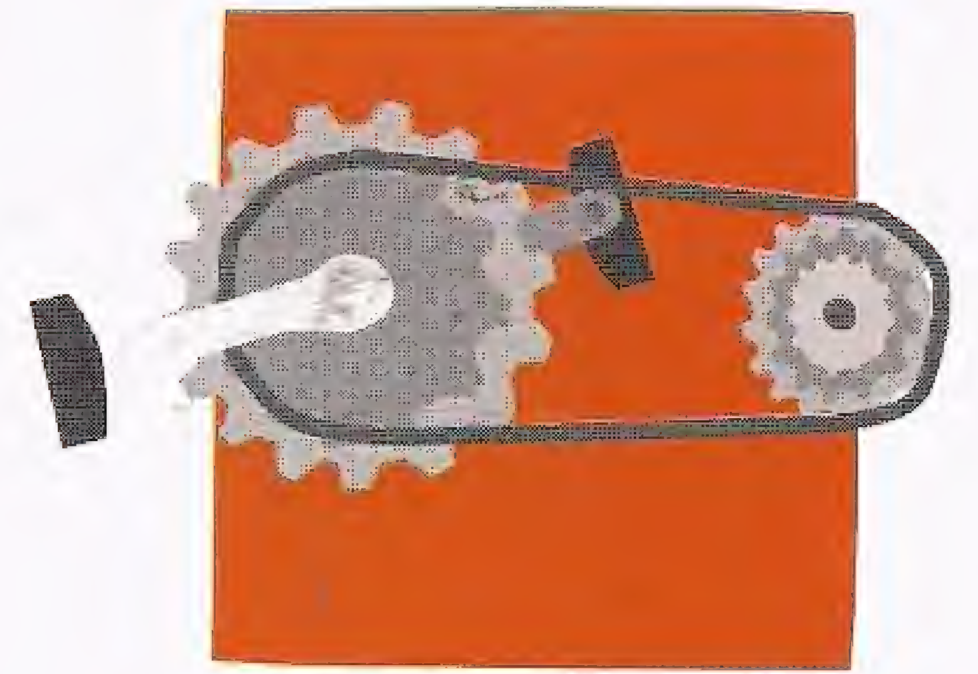
# المُسنَّنات

المُسنَّناتُ أو التُّروسُ هي عَجَلاتٌ مُسنَّنةُ الحافَّةِ. يُمكِنُ وَصْلُ العَجَلاتِ المُسنَّنةِ معًا على نحوٍ مُباشَرٍ أو يُمكِنُ وَصْلُها بواسطةِ سلسلةٍ. يُمكِنُ استخدامُ المُسنَّناتِ، بحَسَبِ حجمِها، كمُكبِّرِ قوّةٍ أو مُكبِّرِ حَرَكةٍ. والمُسنَّناتُ تُستخدَمُ في أنواعِ المَكِناتِ المُختلِفةِ لتَغييرِ السُّرعةِ أو اتّجاهِ الحَرَكةِ. السَّيّاراتُ والدَّرّاجاتُ تَلزَمُها المُسنَّناتُ في الصُّعودِ والهُبوطِ وللاِنطلاقِ بسُرعاتٍ مُختلِفةٍ.

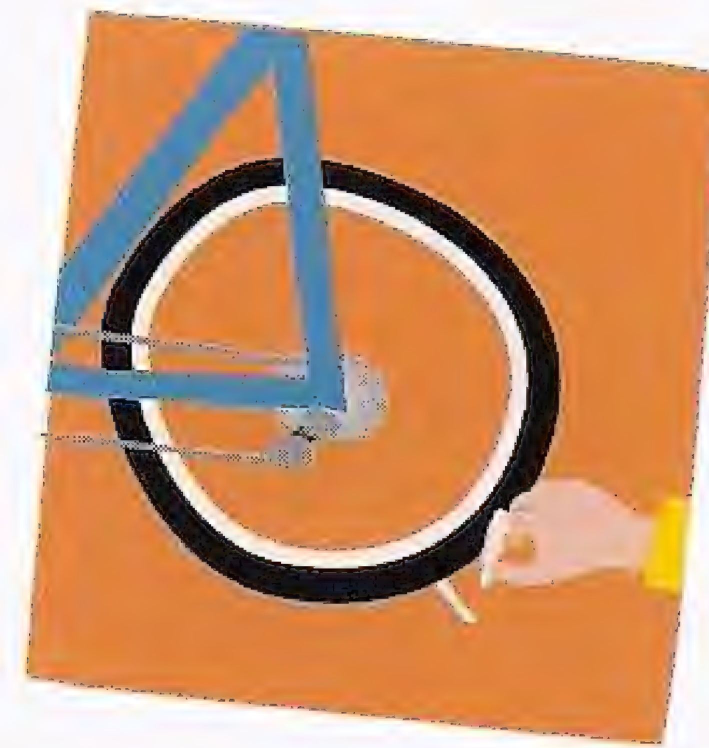
## مُسنَّناتُ الدَّرّاجات

تُريكَ هذه التَّجربةُ أثرَ المُسنَّناتِ على حَرَكةِ الدَّرّاجةِ.

**اللّوازم** (10)
- درّاجة ذاتُ مُسنَّنات
- شَريط قياس
- طَباشير
- مَسلك هادئ وآمِن لدرّاجتك يُمكِنُكَ إجراءُ التَّجربة فيه



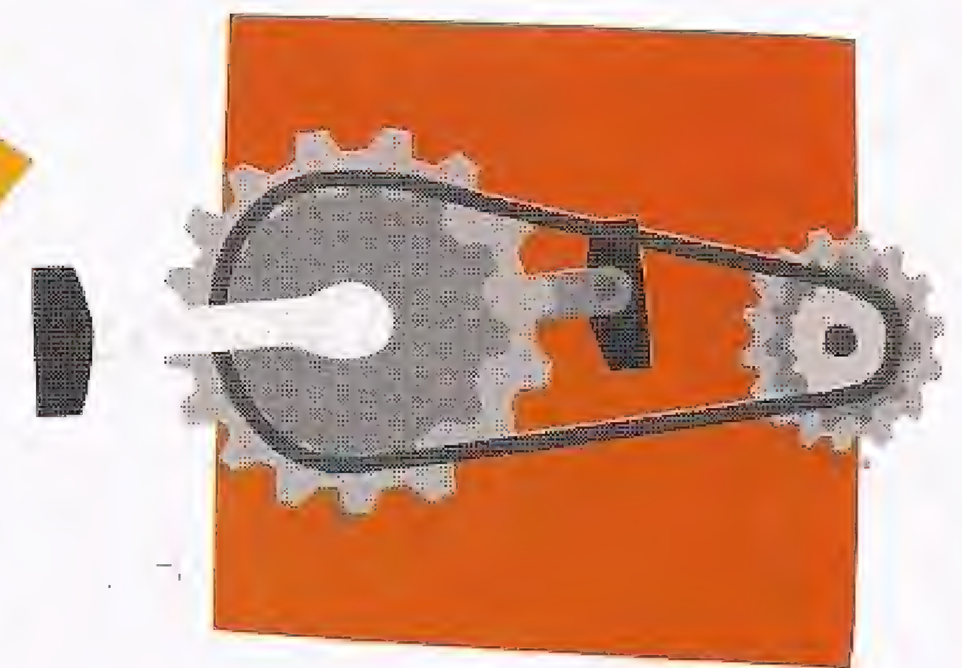
**1** ضَعِ الدَّرّاجةَ على المُسنَّنِ السُّفليّ.



**2** ضَعْ علامةً بالطَّباشيرِ حيث تَمَسُّ العَجَلةُ الخَلفيّةُ الأرضَ.

**3** دَوِّرِ الدَّوّاسةَ على مهلٍ دورةً واحدةً، مُحرِّكًا درّاجتَكَ إلى الأمامِ بخطٍّ مُستقيمٍ. ضَعْ علامةً أُخرى حيث تَمَسُّ العَجَلةُ الخَلفيّةُ الأرضَ. قِسِ المسافةَ بين العلامتَينِ.



**4** ضَعِ الدَّرّاجةَ على المُسنَّنِ العُلويِّ وكَرِّرِ التَّجربةَ. كم تكونُ المسافةُ الآن؟

### ماذا حَدَثَ؟

يَعمَلُ المُسنَّنُ السُّفليُّ كمُكبِّرِ قوّةٍ. وهو بطيءٌ جدًّا على الأرضِ المُنبسِطةِ، لكنّه مُناسِبٌ للمُرتفَعاتِ. الدَّوّاستانِ تَدورانِ بسُرعةٍ بالمُقارَنةِ مع العَجَلةِ. المُسنَّنُ العُلويُّ هو لقيادةِ الدَّرّاجةِ في المُنحدَراتِ أو للاِنطلاقِ بسُرعةٍ في الأرضِ المُنبسِطةِ. يَدورُ المُسنَّنُ بسُرعةٍ بالمُقارَنةِ مع الدَّوّاستَينِ، لكنْ بقوّةٍ أقلَّ بكثيرٍ.

## اِصنَعْ قُرصًا دوّارًا

أُرسُمْ دائرةً على وَرَقةٍ مُقوّاةٍ وفَصِّلْها. اِغرِزْ بأناةٍ طَرَفَ القَلَمِ المُروَّسَ في مَركَزِ الدّائرةِ. أُبرُمِ القَلَمَ على سطحٍ مُنبسِطٍ أملسَ.

10

**اللّوازم**

- رُقاقةُ بلاستيك قاسية
- فِرْجار
- مِقَصّ
- قَلَم



### ماذا حَدَثَ ؟

الأجسامُ المُدوِّمةُ مثلُ العَجَلاتِ والجَيروسكوپ، أو البوصلةِ الدَّوّارةِ، تُقاوِمُ المَيَلانَ. هذا يَجعَلُها شديدةَ الاِستقرارِ والتَّوازُنِ. القُرْصُ الدَّوّارُ سيَجعَلُ القَلَمَ يَتوازَنُ على رأسِهِ، خصوصًا إذا أَمكَنَ الحفاظُ على مَركَزِ الثِّقلِ مُنخفِضًا بجَعْلِ القُرْصِ قريبًا من أسفلِ القَلَمِ.

## ماء مُضادّ للجاذبيّة

اِربِطْ خَيطَ الدّوبارةِ بمسكةِ الدَّلوِ. اِملأْ الدَّلوَ إلى نِصفِهِ بالماءِ. اِمسِكِ الخَيطَ وارْفَعِ الدَّلوَ بحيث يَرتفِعُ قليلًا عن الأرضِ. اِبدَأْ بتَدويرِ الدَّلوِ، ببُطءٍ أوّلًا ثمّ أسرعَ فأسرعَ. راقِبْ ماذا يَحدُثُ للماءِ إذ يَرتفِعُ الدَّلوُ.

10

**اللّوازم**

- دَلو صغير بمسكة
- خَيطُ دوبارة متين أو حَبل
- مِنطَقة خالية من حولك



### ماذا حَدَثَ ؟

تؤثِّرُ القوّةُ الجاذِبةُ بالسَّوائلِ أيضًا. إذ يُدوِّمُ الدَّلوُ يَسعى الماءُ للتَّحرُّكِ في خطٍّ مُستقيمٍ. ويواصِلُ قاعُ الدَّلوِ دَفْعَ الماءِ إلى الدّاخلِ صوبَ وَسَطِ الدّائرةِ ويَنضغِطُ الماءُ على قاعِ الدَّلوِ، فلا يَنسكِبُ منه. يَبقى الماءُ داخلَ الدَّلوِ، حتّى حين يكونُ الدَّلوُ مائلًا على جَنبِهِ!

## رُكْبة في مدينة الملاهي

ألعابُ مدينةِ الملاهي الدُّوّاميّةُ تَعمَلُ بالتَّشويشِ على إحساسِكَ بالجاذبيّةِ. هذه اللُّعبةُ تُدوِّمُ الرّاكبينَ، مثلما يَفعَلُ دَلوُ الماءِ، بحيث لا يَستطيعونَ أن يُميِّزوا بين فوق وتحت. أَجسامُهُم تُحاوِلُ أن تَندفِعَ في خطٍّ مُستقيمٍ، لكنّ الرُّكْبةَ تَشُدُّهُم في حَرَكةٍ دائريّةٍ مُتواصِلةٍ.



# حَرَكة دائريّة



كلُّ ما يُدوِّمُ تكونُ حَرَكتُهُ دائريّةً. تذكَّرْ أنّ ما يَتحرَّكُ يَتّخِذُ دومًا مَسارًا مُستقيمًا ما لم تؤثِّرْ فيه قوّةٌ تَحيدُ به عن مَسارِهِ. عندما يَتحرَّكُ شيءٌ في مَسارٍ دائريٍّ، يكونُ مَسارُهُ في تَغيُّرٍ مُتواصِلٍ. ولا بُدَّ، ليَحدُثَ ذلك، أن تَتوفَّرَ قوّةٌ تَشُدُّهُ نحوَ مَركَزِ الدّائرةِ. يُسمّي العُلماءُ ذلك القوّةَ الجابذةَ أي الجاذِبةَ أو الدّافِعةَ إلى المَركَزِ. بإمْكانِكَ أن تَشعُرَ بهذه القوّةِ على أُرجوحةٍ دَوّارةٍ فتَجِد أنّكَ ترتَدُّ إلى الوراءِ بخطٍّ مُستقيمٍ فتتمسَّكُ بالأُرجوحةِ بقوّةٍ!

## قوّة مُدوِّمة

تُري هذه التَّجربةُ كيف أنّ القوّةَ الجابِذةَ تَزدادُ كلّما ازْدادَت سُرعةُ تَدويمِ الشّيءِ. قُمْ بالتَّجربةِ في مكانٍ خالٍ!

**اللّوازم**

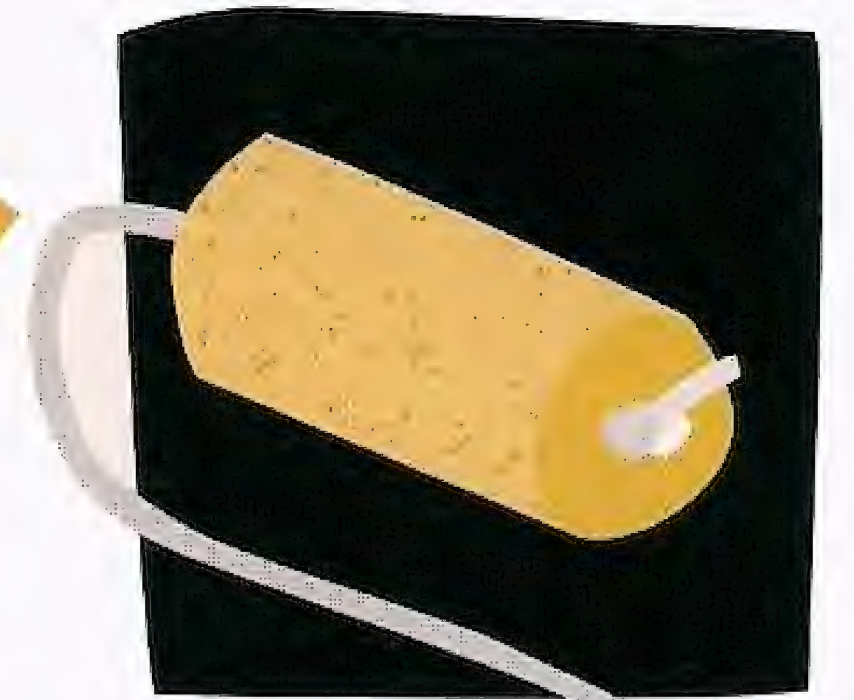
10

- فِلّينة أو سِدادة مَطّاطيّة
- نحو 1 م من خَيطِ دوبارة
- وَزْن خفيف، مثل قِطعةِ خشب
- مِثْقاب (اسألْ راشدًا العون)

**ماذا يَحدُثُ للوَزْن عندما تُدوِّم الفِلّينة؟**



1 اِسألْ راشِدًا أن يَثقُبَ عبر الفِلّينةِ ثَقبًا طوليًّا صغيرًا.



2 أَسْلِكْ أحدَ طَرَفَي الخَيطِ عبر الفِلّينةِ واعْقِدْ عُقدةً تَكفي لمَنعِ الفِلّينةِ منَ الانزلاقِ خارجةً.



3 أَسلِكِ الطَّرَفَ الآخرَ للخَيطِ عبر بَكرةِ الخُيوطِ واربِطْ به الوَزْنَ.



4 اِمسِكْ بَكرةَ الخُيوطِ. اِبدَأْ بتَدويمِ الفِلّينةِ، على مهلٍ في أوّلِ الأمرِ، ثمّ بشكلٍ مُتسارِعٍ.

### ماذا حَدَثَ؟

إذ تَزدادُ سُرعةُ تَدويمِ الفِلّينةِ، تَزدادُ القوّةُ الجابِذةُ اللّازمةُ للحِفاظِ على حَرَكتِها الدّائريّةِ بَدَلَ الاندفاعِ إلى الوراءِ في خطٍّ مُستقيمٍ. هذه القوّةُ تَشُدُّ الخَيطَ، رافِعةً الوَزْنَ. وكلّما ازْدادَتْ سُرعةُ تَدويمِ الفِلّينةِ زادَ ارتفاعُ الوَزْنِ.



## لُغزيّةُ البَيضة المُدوِّمة

بإمْكانِكَ أن تَستخدِمَ حيلةَ العَطالةِ، أو قوّةَ الاستمرارِ، هذه لتَفحَصَ ما إذا كانتِ البَيضةُ نيئةً أو مَسلوقةً. دَوِّمْ بَيضةً مَسلوقةً ثمّ أَوقِفْها بمَسكِها بلُطفٍ. اتْرُكْها فورًا. ستَتوقَّفُ، كما يُمكِنُ أن تَتوقَّعَ. جَرِّبِ الأمرَ نفسَهُ مع بَيضةٍ نيئةٍ. بعد أن توقِفَها وتَترُكَها، ستَبدأُ الدَّورانَ ثانيةً!




**اللّوازم**
- بَيضة مَسلوقة
- بَيضة نيئة
- طَبَق أملَس



### ماذا حدَثَ ؟

للسّائلِ داخلَ البَيضةِ النّيئةِ عَطالةٌ، أو قوّةُ استمرارٍ، فيَستمِرُّ، عندما تَمسِكُ البَيضةَ، بالدَّورانِ داخلَ قِشرتِها. عندما تُفلِتُ البَيضةَ، تَبدأُ البَيضةُ كلُّها بالدَّورانِ مُجدَّدًا.

## اِهدِمِ البُرج

اِبْنِ بُرجًا من حجارةِ لُعبةِ الضّامةِ قرب حافّةِ طاولةٍ مَلساءَ. ضَعْ مِسطَرةً على الطّاولةِ بجوارِ البُرجِ بحيث يكونُ أحدُ طَرَفَيها بارزًا عن حافّةِ الطّاولةِ. اِمسِكْ هذا الطَّرفَ، اضْرِبْ أسفلَ البُرجِ بالمِسطَرةِ مُزلِّقًا إيّاها على سطحِ الطّاولةِ بسُرعةٍ كبيرةٍ. بشيءٍ منَ التَّمرينِ، ستَتمكَّنُ من أن تُطيِّرَ أحجارَ الضّامةِ واحدًا بعد الآخَرِ من غير أن تَهدِمَ البُرجَ.




**اللّوازم**
- حِجارةُ لُعبةِ الضّامة
- مِسطَرة
- طاولة مَلساءُ السَّطح



### ماذا حدَثَ ؟

قوّةُ الدَّفعةِ السَّريعةِ اللّازمة لقَذْفِ حَجَرِ الضّامةِ الأسفلِ أصغرُ من قوّةِ العَطالةِ، أو قوّةِ الاستمرارِ، للبُرجِ كلِّهِ، فيَبقى البُرجُ قائمًا. إنّ حيلةَ نَترِ قُماشِ المائدةِ من تحتِ الأطباقِ والأكوابِ تَقومُ على المَبدأ نفسِهِ أي مَبدأَ العَطالةِ.

## اِربِطِ الحِزام

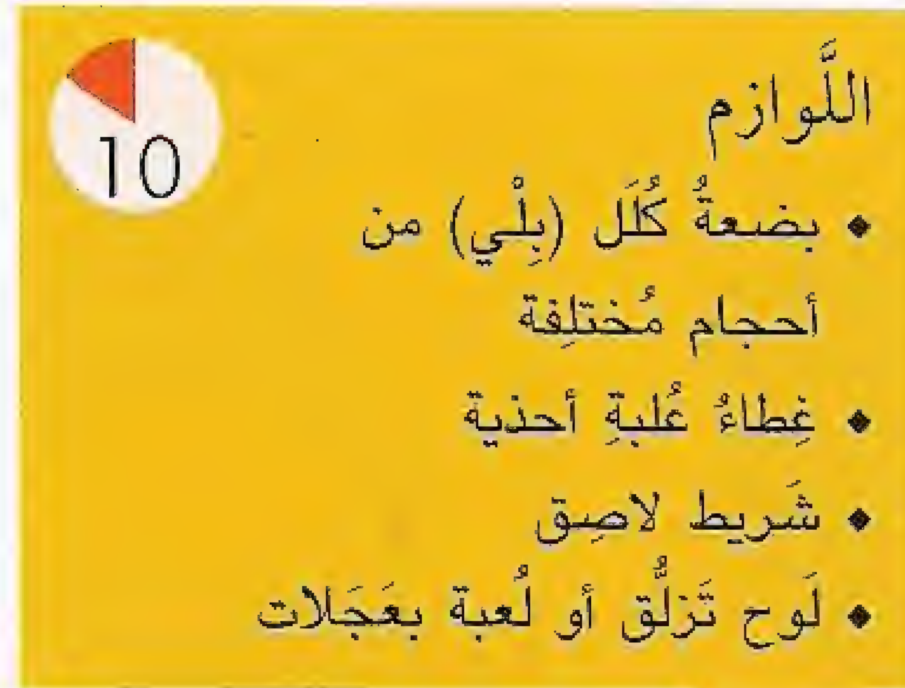
أَحزِمةُ المقاعدِ المَلفوفة على بَكَراتٍ تَعمَلُ بمَبدأ العَطالةِ. تَنحَلُّ بسُهولةٍ عندما يَشُدُّها الرّاكبُ بلُطفٍ. إذا توقَّفَتِ السَّيّارةُ فجأةً، عند وقوعِ حادثةٍ مثلًا، يَندفِعُ الرّاكبُ إلى الأمامِ بِفِعلِ العَطالةِ، فيَنشَدُّ الحِزامُ بصورةٍ مُفاجِئةٍ، ويؤدّي ذلك إلى غَلْقٍ فوريٍّ للحِزامِ. وهكذا يَسلَمُ الرّاكبُ.

# بَدْء الحَرَكة وتَوقّفها

بدَفعةٍ أو جَرّةٍ بإمْكانِكَ أن تَجعَلَ شيئًا يَتحرَّكُ أو أن تُوقِفَهُ. تَخيَّلْ عَرَبةَ تَسوُّقٍ ثقيلةً. عليكَ أن تَدفَعَها بقوّةٍ لجَعلِها تَبدَأُ تَحرُّكَها، لكنْ حالما تكونُ قد مَشَّيْتَها تواصِلُ تحرُّكَها حتّى إذا أنتَ رَفَعتَ يَديكَ عنها. عليكَ أن تَشُدَّ المسكةَ إلى الوراءِ لجَعلِ العَرَبةِ تَتوقَّفُ. ميلُ الأشياءِ هذا للاِستمرارِ في السُّكونِ إذا كانت ساكنةً، أو للاِستمرارِ في التَّحرُّكِ إذا كانت مُتحرِّكةً، نُسمّيهِ العَطالةَ، أو القُصورَ الذّاتيَّ. وكلّما كانت كُتلةُ الجسمِ أكبرَ كانت عَطالتُهُ أكبرَ.

## لا تَفقِدْ كُلَلك (بِلْيك)

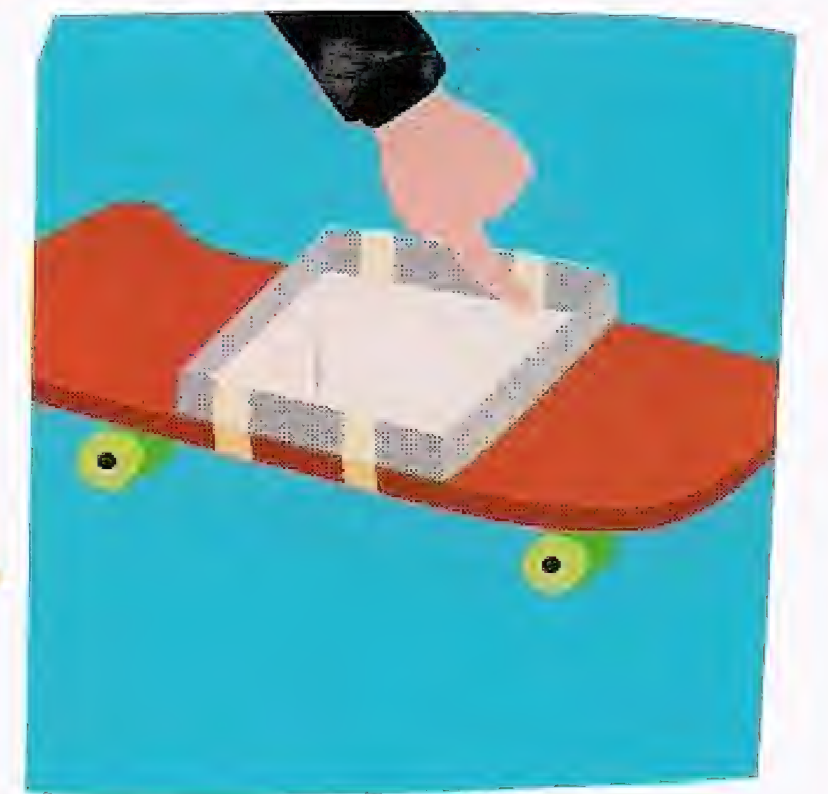
هذه التَّجربةُ البسيطةُ تُريكَ كيف تؤثِّرُ العَطالةُ على حَرَكةِ بعضِ الكُلَلِ في غِطاءِ عُلبةِ الأحذيةِ. يلزَمُك أرضٌ مُستويةٌ ملساءُ.




اللّوازم

- بضعةُ كُلَل (بِلْي) من أحجام مُختلِفة
- غِطاءُ عُلبةِ أحذية
- شَريط لاصِق
- لَوح تَزلُّق أو لُعبة بعَجَلات

**ماذا يَحدُثُ لو تَوقَّفَ لَوحُ التَّزلُّق فجأةً؟**



1 أَلصِقِ الغِطاءَ إلى أعلى لَوحِ التَّزلُّقِ إلصاقًا مُحكَمًا.



2 ضَعِ الكُلَلَ في الغِطاءِ بحيث تكونُ مُتباعِدةً إحداها عن الأُخرى.



3 اِبدَأْ بتَحريكِ لَوحِ التَّزلُّقِ بدَفْعِهِ بلُطفٍ. راقِبْ بانْتباهٍ ماذا يَحدُثُ للكُلَلِ.



4 راقِبِ الكُلَلَ إذ تُوقِفُ لَوحَ التَّزلُّقِ بشَدِّهِ إلى الوراءِ.

### ماذا حَدَثَ ؟

للكُلَلِ عَطالةٌ لذا تُحاوِلُ أن تَبقى ساكنةً إذ تَدفَعُ لَوحَ التَّزلُّقِ إلى الأمامِ. وهي تَبدَأُ بالتَّحرُّكِ فقط عندما تَتلقّى دَفعةً مِنَ الجدارِ الخَلفيِّ للغِطاءِ. عندما يَتوقَّفُ لَوحُ التَّزلُّقِ، تُحاوِلُ أن تواصِلَ تَحرُّكَها والتَّدحرُجَ إلى مُقدِّمةِ الغِطاءِ. وكلّما كانتِ الكُلَةُ أثقلَ زادَتْ عَطالتُها وزادَتْ مُقاوَمتُها لأيِّ تَغيُّرٍ.

**قوّة مُحوِّلة** وتُسمّى أيضًا العَزْمَ. قوّةٌ ذاتُ تأثيرٍ مُحوِّلٍ. كلّما كانتِ الرّافعةُ أطولَ زادَتْ قوّةُ التّحويلِ التي تُولِّدُها، أو زادَ العَزْمُ.

**قُوى** دَفْعٌ أو جَرٌّ يُمكِنُ أن يُغيِّرَ سُرعةَ شيءٍ أو شكلَهُ أو اتّجاهَهُ. القُوى تُقاسُ بالنّيوتُن (ن).

**قُوى غير مُتوازِنة** قُوى تؤدّي إلى تَغيُّرٍ في حَرَكةِ جسمٍ أو في شكلِهِ، لأنّ القوّةَ المؤثِّرةَ في اتّجاهٍ أعظمُ منَ القوّةِ المُؤثِّرةِ في الاتّجاهِ المُعاكِسِ.

**قُوى مُتوازِنة** القُوى التي لا تَتسبَّبُ بأيِّ تَغيُّرٍ في حَرَكةِ الأجسامِ التي تَقَعُ عليها نُسمّيها قُوى مُتوازِنةً أو مُتعادِلةً. عندما تَجلِسُ على كُرسيٍّ، مثلًا، فإنّ قوّةَ الجاذبيّةِ التي تَشُدُّكَ إلى أسفلَ تَتوازَنُ مع قوّةٍ مُساويةٍ ومُضادّةٍ لها هي قوّةُ الكُرسيِّ التي تَدفَعُكَ إلى أعلى.

**كُتلة** كمّيّةُ المادّةِ التي يَحتويها جسمٌ.

**كثافة** كمّيّةُ كُتلةِ الشَّيءِ بالمُقارَنةِ مع حجمِهِ. نَصِلُ إلى معرفةِ الكثافةِ بقِسْمةِ كُتلةِ المادّةِ على حجمِها، وتُقاسُ بالغرامِ بالسَّنتيمترِ المُكعَّبِ (غ/سم$^3$).

**كيلوغرام** وَحدةُ الكُتلةِ المُعتمَدةُ. إنّ لحجمِ لِترٍ منَ الماءِ كُتلةَ كيلوغرامٍ واحدٍ.

**مَركَزُ الثِّقل** نُقطةٌ في الجسمِ حيث تَعمَلُ قوّةُ الجاذبيّةِ. لو عُلِّقَ جسمٌ من أيِّ نُقطةٍ على خطٍّ أُفُقيٍّ يَمُرُّ بمَركَزِ الثِّقلِ، يَظَلُّ الجسمُ مُتوازِنًا.

**مُزيِّت أو مُشحِّم** مادّةٌ تُقلِّلُ منَ الاِحتِكاكِ بين سطحَينِ.

**مُسنَّنات** وتُسمّى أيضًا تُروسًا. في المَكِناتِ يَتِمُّ التَّعشيقُ بين أسنانِ عَجَلَتَينِ فتُديرُ إحداهُما الأُخرى.

**مُقاوَمةُ الهواء** مُقاوَمةُ الهواءِ لحَرَكةِ الأجسامِ المُتنقِّلةِ عبره. تَحدُثُ هذه المُقاوَمةُ لأنّ الأجسامَ المُتحرِّكةَ تَحتَكُّ بجُزيئاتِ الغازاتِ التي يَتشكَّلُ منها الهواءُ.

**مُقاوَمة الهواء والمائع** قوّةٌ ديناميّةٌ تُقاوِمُ حَرَكةَ الجسمِ إلى الأمامِ. يؤثِّرُ شكلُ الجسمِ على كمّيّةِ المُقاوَمةِ.

**مُكبِّر الحَرَكة** آليّةٌ تَتسبَّبُ بواسطتِها قوّةٌ كبيرةٌ تَنتقِلُ مسافةً قصيرةً، بانْتقالِ قوّةٍ صغيرةٍ مسافةً طويلةً، مثلًا الدَّوّاسةُ التي تَفتَحُ غِطاءَ صُندوقِ الدَّوّاسةِ.

**مُكبِّر القوّة** أداةٌ أو آلةٌ تَتسبَّبُ فيها قوّةٌ صغيرةٌ تَنتقِلُ مسافةً طويلةً بانْتقالِ قوّةٍ كبيرةٍ مسافةً قصيرةً، مثل مِقبَضِ البابِ.

**مَكِنة** نَبيطةٌ تؤدّي عَمَلًا. تُصمَّمُ المَكِناتُ لتَسهيلِ حياتِنا.

**نيوتُن** وَحدةُ قياسِ القوّةِ. إنّ شَدَّ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ لكُتلةٍ من 1 كغ مُساوٍ تقريبًا لـ 10 ن.

**وَزْن** قوّةُ الجاذبيّةِ التي تَشُدُّ على كُتلةٍ على سطحِ كوكبٍ أو قربَ سطحِهِ. على الأرضِ، تَزِنُ كُتلةُ كيلوغرامٍ واحدٍ حوالى 10 ن (9,8 نيوتُناتٍ).

# تَعريفات

**احْتِكاك** قوّةٌ تُقاوِمُ الحَرَكةَ عندما يَنزلِقُ شيئانِ الواحدُ منهما على الآخرِ.

**انسيابيّ** شكلٌ يُقلِّلُ من مُقاوَمةِ الهواءِ أو الماءِ. للسَّمَكةِ شكلٌ انسيابيٌّ.

**بَكرة** عَجَلةٌ ذاتُ حافّةٍ مُجوَّرةٍ أو مُخدَّدةٍ. يُمكِنُ استخدامُ عدّةِ بَكَراتٍ معًا لتَسهيلِ رَفْعِ حِمْلٍ ثَقيلٍ. البَكرةُ مثلٌ على مُكبِّرِ القوّةِ.

**تَسارُع** عندما يُغيِّرُ جسمٌ سُرعتَهُ أو اتّجاهَهُ، نقول إنّه يَتسارَعُ. يُقاسُ التَّسارُعُ بالمترِ في الثّانيةِ المُربَّعةِ (م/ ثا$^2$).

**الجاذبيّة** قوّةُ جَذْبٍ تَشُدُّ كلَّ شيءٍ صوب كلِّ شيءٍ. تَعتمِدُ قوّةُ الجَذْبِ على كُتلةِ كلٍّ منَ الجسمَينِ وعلى المسافةِ بينهما.

**حَرَكة** تَحدُثُ الحَرَكةُ عندما يُغيِّرُ جسمٌ مَوضِعَهُ.

**دَفْع رافع** ويُسمّى أيضًا دَسْرًا عُلْويًّا. قوّةٌ تَضغَطُ عُلُوًّا على الجسمِ الغاطِسِ في سائلٍ. يكونُ حجمُ القوّةِ مُساويًا لوَزْنِ السّائلِ الذي يُزيحُهُ الجسمُ.

**رافِعة** وتُسمّى أيضًا عَتَلةً أو مُخلًا. وهي قَضيبٌ صُلْبٌ يُمكِنُ أن يُشغِّلَ مُرتكَزًا لنَقلِ قوّةٍ من مَوضِعٍ إلى آخرَ. عَرَباتُ اليَدِ، والمِقَصّاتُ، والعَضَلاتُ والمَفاصِلُ في جسمِكَ، كلُّها أمثلةٌ على مَبدأِ الرّافعةِ.

**رَفع ديناميّ هوائيّ** قوّةٌ تَتسبَّبُ بها حَرَكةُ الجناحِ عبر الهواءِ. يَسمَحُ الرَّفْعُ للطّائرةِ بالإرتِفاعِ في الجوِّ ويَحمِلُها ويُبقي عليها مُرتفِعةً في أثناءِ الرِّحلةِ.

**سُرعة** تُحسَبُ السُّرعةُ بقِسْمةِ المسافةِ على الوقتِ. مُعدَّلُ السُّرعةِ هو مَجموعُ المسافةِ المَقطوعةِ في رِحلةٍ مَقسومًا على الزَّمنِ المُستغرَقِ في قَطْعِها.

**شَدُّ الجاذبيّة** شَدُّ جسمٍ لجسمٍ آخرَ بفِعْلِ قوّةِ الجاذبيّةِ. مثلًا، الجاذبيّةُ الأرضيّةُ تُبقي السَّواتِلَ في مَدارِها حول الأرضِ.

**ضَغط** مَدى تَركيزِ قوّةٍ أو انْتِشارِها على سطحٍ. يُحسَبُ الضَّغطُ بقِسْمةِ حجمِ القوّةِ على المِساحةِ التي تؤثِّرُ تلك القوّةُ فيها. وتُقاسُ بوَحدةِ البِسْكال (با) أو بالنيوتُن على المترِ المُربَّعِ (ن/ م$^2$).

**ضَغطُ الهواء** هو الضَّغطُ الذي يَتسبَّبُ به وَزْنُ الجوِّ، ويُعرَفُ أيضًا بالضَّغطِ الجوّيِّ. ومع أنّ الهواءَ غيرُ مرئيٍّ، فإنّ له كتلةً، لذا فإنّ الجاذبيّةَ الأرضيّةَ تَشُدُّهُ نُزولًا. يُساوي ضَغطُ الهواءِ على سطحِ الأرضِ نحوَ عَشَرةِ نيوتُناتٍ في السَّنتيمترِ المُربَّعِ الواحدِ (10 ن/ سم$^2$). تُري خرائطُ الطَّقسِ مناطقَ الضَّغطِ العالي أو الضَّغطِ المُنخفِضِ، إذ إنّ لهذَينِ تأثيرًا كبيرًا على الطَّقسِ.

**طاقة** القُدرةُ على إحداثِ شُغْلٍ. يَحدُثُ الشُّغْلُ حيثما تَتحرَّكُ قوّةٌ عبر مسافةٍ، لذا يُمكِنُ التَّفكيرُ في الطّاقةِ على أنّها «وَعْد» لإحداثِ شُغْلٍ. منَ الطّاقةِ أشكالٌ، الصَّوتيّةُ، والحراريّةُ، والكهربائيّةُ، والكامِنةُ. يُقاسُ كلا الشُّغْلِ والطّاقةِ بوَحدةِ الجول (ج).

**طاقة كامِنة** طاقةٌ مُختزَنةٌ. عندما تَرفَعُ شيئًا أو تَمُطُّ نابضًا، أنت تُعطي طاقةً كامِنةً.

**العَطالة** وتُسمّى أيضًا القُصورَ الذّاتيَّ، وهي ميلُ الأجسامِ إلى البقاءِ على حالِها منَ السُّكونِ أو الحَرَكةِ في خطٍّ مُستقيمٍ ما لم تؤثِّرْ فيها قوّةٌ لتَغييرِ حالِها تلك. كلَّما زادَتْ كُتلةُ الجسمِ زادَتِ العَطالةُ.

**قوّة جابِذة** القوّةُ التي تَجعَلُ شيئًا يَتحرَّكُ في مَسارٍ دائريٍّ. عندما تُدوِّمُ حَجَرًا بمِقْلاعٍ في مَسارٍ دائريٍّ، تَشُدُّهُ القوّةُ الجابِذةُ نحوَ مَركَزِ الدّائرةِ.

# مسرد (كشّاف)


عرب كوميكس
www.arabcomics.net




# أنشطة العلوم

## القوى والحركة

### أكثر من 40 تجربة مدهشة

**اِصنعْ مَركَبًا مِغْدافيًّا قويًّا!**

**اِبْنِ جهازًا مُضادًّا للجاذبيّة!**

**أَطلِقْ صاروخًا تَصنَعُه بنفسك!**

اِستكشِفِ العُلوم في تَجارِبَ مثيرةٍ عظيمةِ الفائدة.
مَبادئُ العُلوم وحقائقُها تَتكشَّفُ بكلّ حَيويّتها
وبأَوضَح صورة من خلال موادَّ مألوفةٍ في الحياة اليوميّة.
لم يَكُنِ العِلْمُ في يوم من الأيّام على هذا القَدْر منَ التَّشويق.

- تَجارِبُ تَنتقِلُ بك خُطوة خُطوة - سواء القديمة منها أو الجديدة.
- إرشادات واضِحة ورُسوم بديعة.
- تعريفات ومَسرَد
- مِثاليّ لطُلّاب المدارس الِابتدائيّة والمُتوسِّطة، ولكلّ عالِم صغير يَتفتّحُ على العِلْم ويَحلُمُ أن يَصيرَ عالِمًا كبيرًا.

في هذه السِّلسِلة

القوى والحركة

الكهرباء والمغنطيسيّة

المادّة والموادّ

الصّوت والضّوء

ISBN 9953-1-0513-8



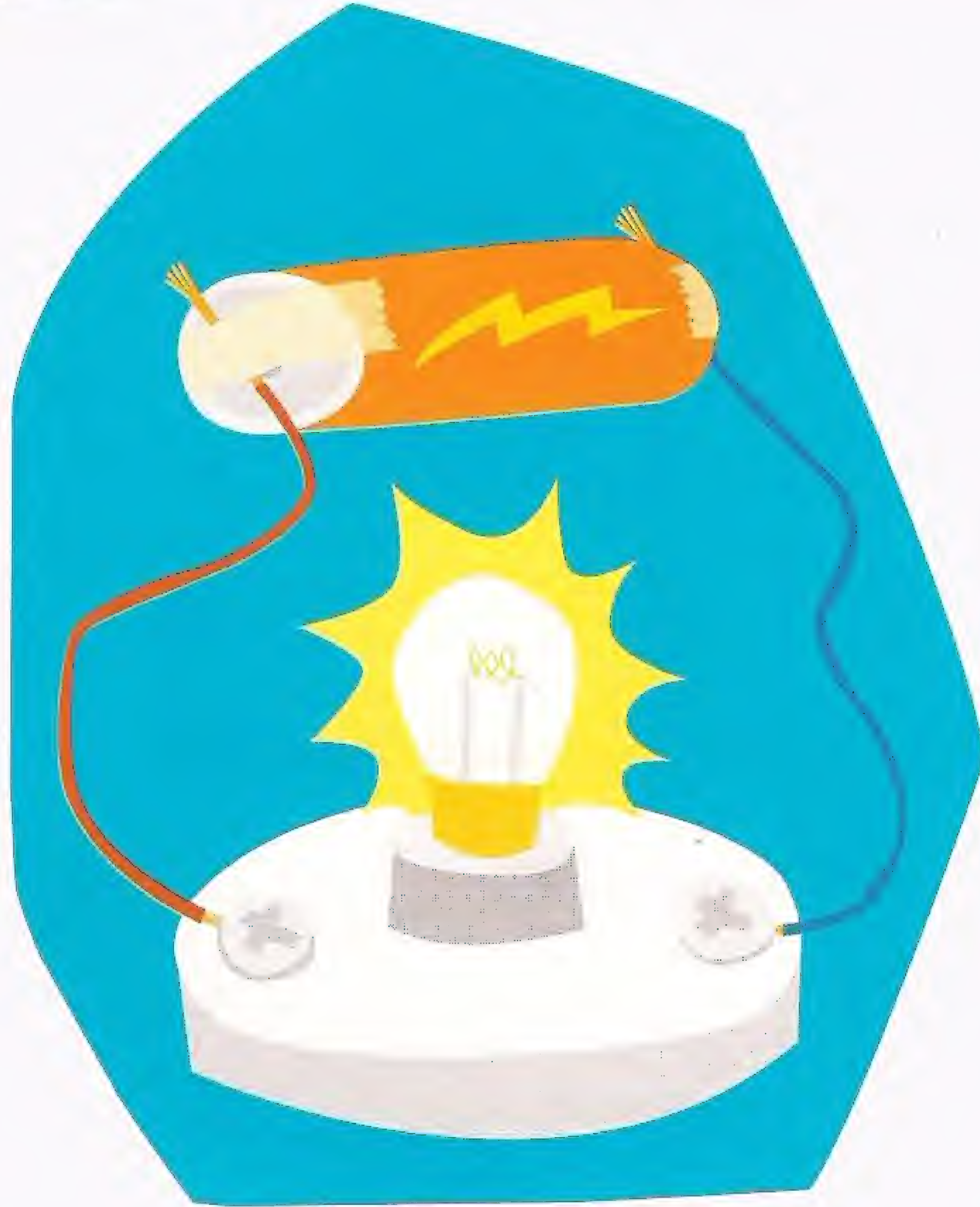

FORCES AND MOTION
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

مكتبة لبنان ناشرون

راجع كتالوغنا على: www.ldlp.com

# أنشطة العلوم

## الكهرباء والمغنطيسية



إعداد
دائرة النشر في مكتبة لبنان ناشرون

مكتبة لبنان ناشرون

# الـمُحتَويات






كِينْغ فِيشَر
مَكتبة لبنان ناشِرون ش.م.ل.

نَشْر مكتبة لبنان ناشِرون
بالتّعاوُن مع شَركة كِينْغ فِيشَر للنّشر





مكتبة لبنان ناشِرون
صُندُوق البَريد : 9232-11
بَيروت - لبنان

وُكَلاء ومُوزّعون في جَميع أنحاء العالَم

الطّبعة الأولى : 2002
طُبِعَ في لبنان

ISBN 9953-1-0514-6




## تَنبيه



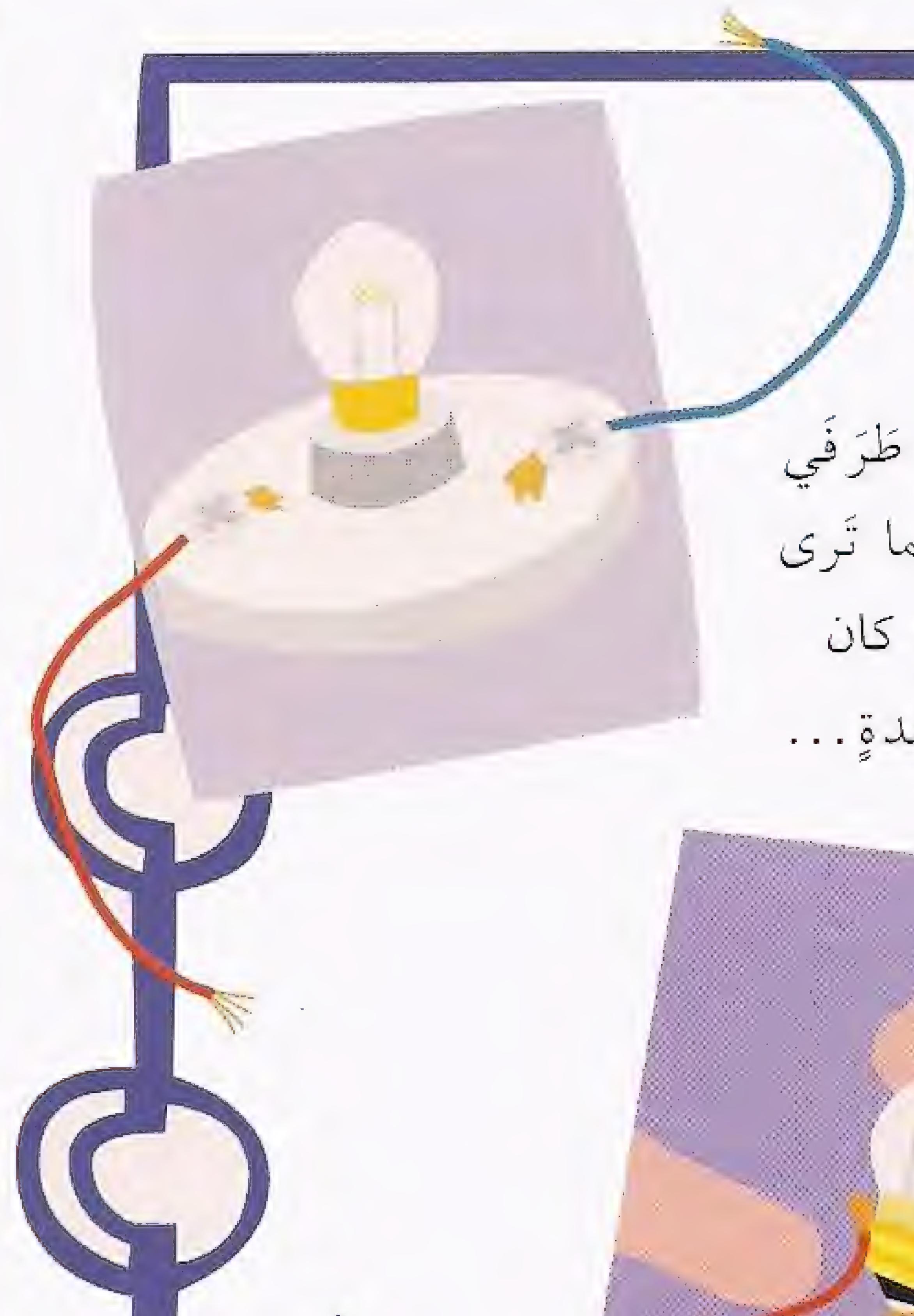
الأَنشِطةُ الكهربائيّةُ في هذا الكتابِ تَتطلَّبُ بطّاريّاتٍ صغيرةً ذاتَ قوّةٍ كهربائيّةٍ ضئيلةٍ جدًّا.



إيّاكَ أن تَقومَ بتَجارِبِكَ مُستخدِمًا خَطَّ التّيّارِ الكهربائيِّ المأخوذ من مَقابِسِ البيتِ أو المدرسةِ. فهو أقوى بأُلوفِ المرّاتِ من كهرباءِ البطّاريّةِ الصّغيرةِ. وقد يكونُ مُميتًا.



إيّاكَ أن تَلعَبَ قرب أَعمِدةِ الكهرباءِ أو مَحطّاتِ تَحويلِ الكهرباءِ الفَرعيّةِ أو الرَّئيسيّةِ. حتّى إن لم تَلمِسْها، فالكهرباءُ يُمكِنُ أن تَقفِزَ منها وتَقتُلَ مَن يكونُ قريبًا.



ثَبِّتْ سِلْكًا إلى طَرَفَي توصيلِ لَمبة كما تَرى في الصّورةِ إذا كان لديكَ لَمبةٌ بقاعدةٍ...



... أو على هذا النَّحوِ إذا كانت لَمبتُكَ بلا قاعدةٍ.

## تواجِهُ صُعوباتٍ؟



لا تَيأَسْ إذا واجَهَتكَ في بعضِ الأَنشِطةِ صُعوباتٌ.



إذا بَدا لك أنّ الأُمورَ لا تَجري على ما تشتهي، اقرَأْ خُطواتِ النَّشاطِ ثانيةً بأناةٍ، وجَرِّبْ مُجدَّدًا.



تذَكَّرْ أنّه حتّى كِبارُ العُلَماءِ يواجِهونَ في تَجارِبِهِم صُعوباتٍ. خُذْ مثلًا على ذلك ج. ج. تومْسُن، العالِم الذي اكْتشَفَ الإلِكْترونَ. كان أَخرَقَ وطائشًا حتّى إنّ طُلّابَهُ كانوا يَمنَعونَهُ أحيانًا منَ الاقتراب من عُدّةِ المُختبَرِ!

## كلمات عَويصة؟



إذا واجَهَتكَ كلمةٌ عَويصةٌ، أي صَعبَةٌ، لا تَعرِفُ مَعناها، أو إذا كنتَ تُريدُ أن تَزدادَ مَعرِفةً، انظُرْ إلى بابِ التَّعريفاتِ في الصَّفحتَينِ 38 و39.

## رَمْزُ السّاعة




يُشيرُ رَمْزُ السّاعةِ في بِدايةِ كلِّ تَجربةٍ إلى الوقتِ التَّقريبيِّ الذي يَستغرِقُهُ النَّشاطُ. تَستغرِقُ التَّجارِبُ كلُّها ما بين 5 دقائقَ و40 دقيقةً. إذا كنتَ تَستخدِمُ غِراءً، تَستغرِقُ التَّجربةُ وقتًا أَطولَ ليُتاحَ للغِراءِ أن يَجفَّ.

# من هنا نَبدَأ



في كلِّ مرّةٍ نُديرُ مِفتاحَ الضَّوءِ لنُشعِلَهُ أو مِفتاحَ التِّلفزيونِ ، نَستخدِمُ الكهرباءَ . عندما نُغلِقُ بابَ الثَّلّاجةِ أو نَستمِعُ إلى شريطٍ مُسجَّلٍ ، نَستخدِمُ خاصّةَ المِغنَطيسيّةَ . إذا شِئْتَ يومًا أن تَعرِفَ ما هي الكهرباءُ وما هي المِغنَطيسيّةُ ، وكيف تَعمَلانِ وكيف نَستخدِمُهُما ، فإنّ هذا الكتاب هو ما تَبحَثُ عنه . كتابٌ حافلٌ بالأَنشِطةِ وبأشياءَ تَصنَعُها . قبل أن تَبدَأَ ، اقرَأْ هاتَينِ الصَّفحتَينِ بأناة – فهما يُعطِيانِكَ الكثيرَ منَ النَّصائحِ المُفيدةِ . بضعُ دقائقَ تَصرِفُها الآنَ في القراءةِ قد توفِّرُ عليكَ فيما بعدُ ساعاتٍ منَ الانزعاجِ والتَّأخيرِ !

## وُصْلات صحيحة

إذا قُمْتَ بتَجربةِ الأَنشِطةِ الكهربائيّةِ التي تَجِدُها في الصَّفحاتِ 10-37 ، ستَجِدُ أنّ الكهرباءَ لا تَسري إلّا بين شيئَينِ يَتّصِلانِ معًا بصورةٍ صحيحةٍ . لذا عليك حين تَبني دارةً كهربائيّةً ، أن تَتأكّدَ أنّها مَوصولةٌ بعضُها ببعضٍ وَصْلًا جيّدًا .



إسأَلْ راشدًا أن يُعرّيَ لكَ أطرافَ الأَسلاكِ الكهربائيّةِ المُغلَّفةِ . فالكهرباءُ لا تَسري إلّا في المَعدِنِ العاري – وهي لا تَسري في البلاستيك .



ثَبِّتْ سِلْكًا إلى طَرَفي توصيلٍ ، أو مَربطَي ، البطّاريّةِ بواسطةِ مَعجونِ تَشكيلٍ . تأكّدْ أنّ الجُزءَ المَعدِنيَّ منَ السِّلكِ يَمَسُّ الجُزءَ المَعدِنيَّ منَ البطّاريّةِ .

## العَناصِر الصَّحيحة

لا يَلزَمُكَ لتَقومَ بمعظمِ الأَنشِطةِ والأَلعابِ في هذا الكتاب إلّا بضعةُ أشياءَ مألوفةٍ مثلِ بطّاريّاتٍ ومَلاعِقَ ولَيمونٍ ومَشابِكِ وَرَقٍ . أحيانًا ، يَلزَمُكَ أشياءُ غيرُ مألوفةٍ مثلُ بُرادةِ الحديدِ وسِلْكٍ رفيعٍ ولَمْباتٍ دقيقةٍ . في بعضِ المُدُنِ ، يُمكِنُ شِراءُ مثلِ هذه الأَشياءِ من مَخازِنِ الأَشغالِ والهِواياتِ .

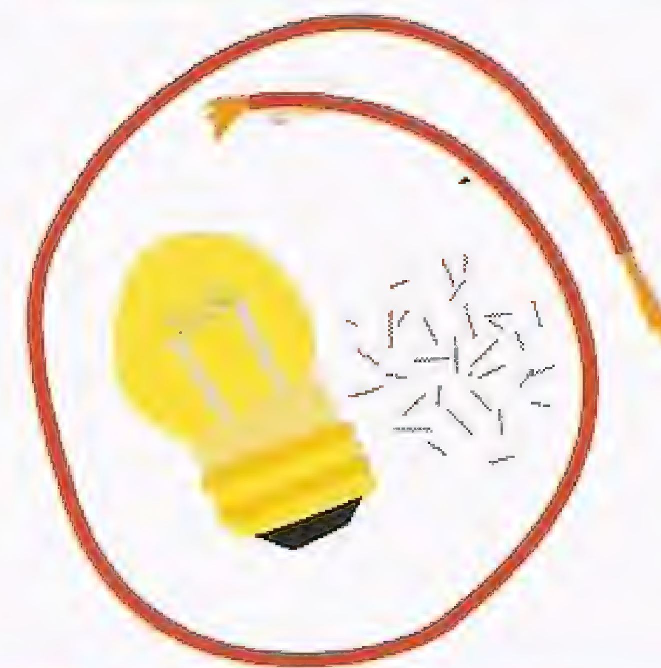


اللَّمباتُ الدَّقيقةُ التي يُمكِنُ تَركيبُها في قاعدةٍ مُلولَبةٍ كهذه هي أسهلُ أنواعِ اللَّمباتِ استِخدامًا . يُمكِنُكَ أيضًا استِخدامُ لَمباتٍ بلا قاعدةٍ تَرتكِزُ عليها .

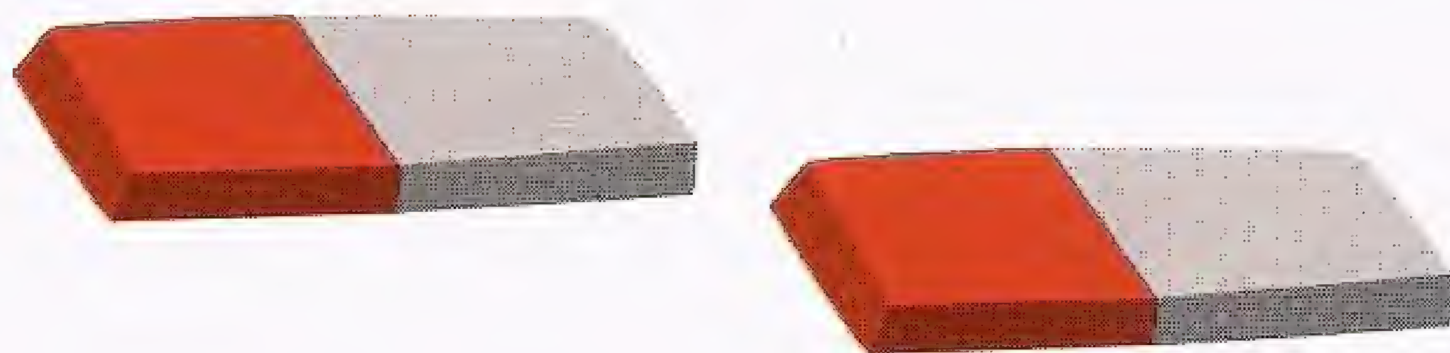




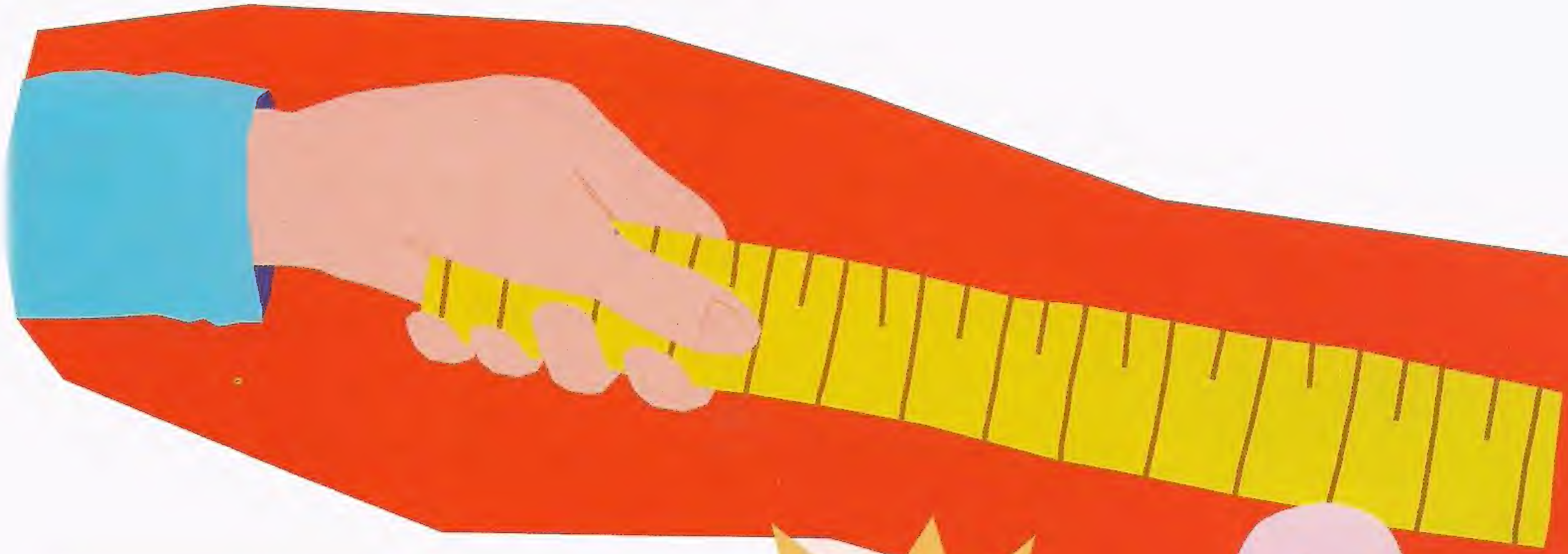
في معظمِ الأَنشِطةِ يَكفي استِعمالُ بطّاريّةٍ صغيرةٍ . ضَعْها في راديو لتَتأكَّدَ أنّها ليست فارِغةً .



يَلزَمُكَ أيضًا عِدّةُ أطوالٍ من سِلْكٍ مُغلَّفٍ بمادّةٍ بلاستيكيّةٍ أي عازِلةٍ .



حاوِلِ الحُصولَ على مِغنَطيسَينِ قَضيبيَّينِ كهذَينِ .





## لِمَ ترقُصُ الحَيّات؟

### ماذا يَحدُثُ ؟

عندما تَدلُكُ المِسطَرةَ، فإنّك تَدلُكُ جُسَيماتٍ دقيقةً عليها. هذه الجُسَيماتُ، ونَدعوها إلِكترونات، أَصغَرُ من أن نَراها، لكنّها تُولِّدُ كهرباءَ إستاتيّةً. وَرَقةُ الشّاشِ يَنقُصُها إلِكْتروناتٌ لذا تَتحرَّكُ نحوَ المِسطَرةِ لتَلتقِطَ منها ما تَحتاجُ إليه.



### عاصِفة كهربائيّة

إذا ما تَعاظَمَتِ الشِّحْنةُ الكهربائيّةُ في سَحابةٍ، قد تَتحرَّرُ فجأةً على شكلِ صاعِقةٍ منَ البَرْقِ. حرارةُ البَرْقِ تُسخِّنُ الهواءَ فيَتمدَّدُ مولِّدًا قَصْفَ الرَّعْدِ.

### ضَحيّةُ الأَزياء

أَنصِتْ باهْتِمامٍ إذ تَلتقِطُ ثيابًا مَصنوعةً منَ القِسْكوزِ أو النّايلونِ. إذا كانتِ الغُرفةُ مُعتِمةً ، انْظُرْ في المِرآةِ إذ تُحرِّكُ هذه الثّيابَ. هل تَسمَعُ طَقْطَقاتٍ خفيضةً ، أو تَرى شَراراتٍ دقيقةً ؟

**اللّوازم**

5

- ثياب مَصنوعة منَ النّايلون أو القِسْكوز
- مِرآة



### ماذا حَدَثَ ؟

الطَّقْطَقاتُ التي تَسمَعُها والشَّراراتُ التي تَراها عندما تَخلَعُ مَلابِسَكَ تَتسبَّبُ بها حركةُ الإلِكْتروناتِ بين جِسْمِكَ وثيابِكَ. إنّها أشبهُ برَعْدٍ وبَرْقٍ خافِتَينِ للغايةِ.

# وَخْز ونَـخْز

الكهرباءُ شكلٌ من أَشكالِ الطّاقةِ - فلها القُدرةُ على إحداثِ الأشياءِ. على سَبيلِ المِثالِ، إنّها تُسخِّنُ مُحمِّصةً وتُضيءُ لَمبةً. نُفكِّرُ عادةً بالكهرباءِ على أنّها شيءٌ يَسري في أَسلاكٍ. لكنْ عندنا شكلٌ آخرُ منَ الكهرباءِ لا يَسري على الإطلاقِ، ونُسمّيهِ الكهرباءَ السّاكِنةَ أو الإستاتيّةَ. بإمْكانِكَ أن تُولِّدَ هذه الكهرباءَ بِدَلْكِ شيئَينِ معًا، ممّا يَشحَنُ أو يُعطي أحدَهُما شيئًا نُسمّيهِ شِحْنةً.

## نَظرة إلى الماضي

### شَرارات ساطِعة

إكتشَفَ الإغريقُ القُدامى الكهرباءَ السّاكِنةَ قبل ما يَزيدُ على 2000 عامٍ. أدرَكوا أنّ الكَهْرَمانَ، وهو نُسْغُ شَجَرٍ مُتحجِّرٍ، إذا ما دُلِكَ بالحريرِ، صارَ له القُدرةُ على الْتِقاطِ الرّيشِ. إنّ كلمتَي الكهرباء والِإلِكْترون في بعضِ اللُّغاتِ مُشتقّتانِ منَ الكلمةِ اليونانية إلِكْترا والتي تَعني كَهْرَمان.

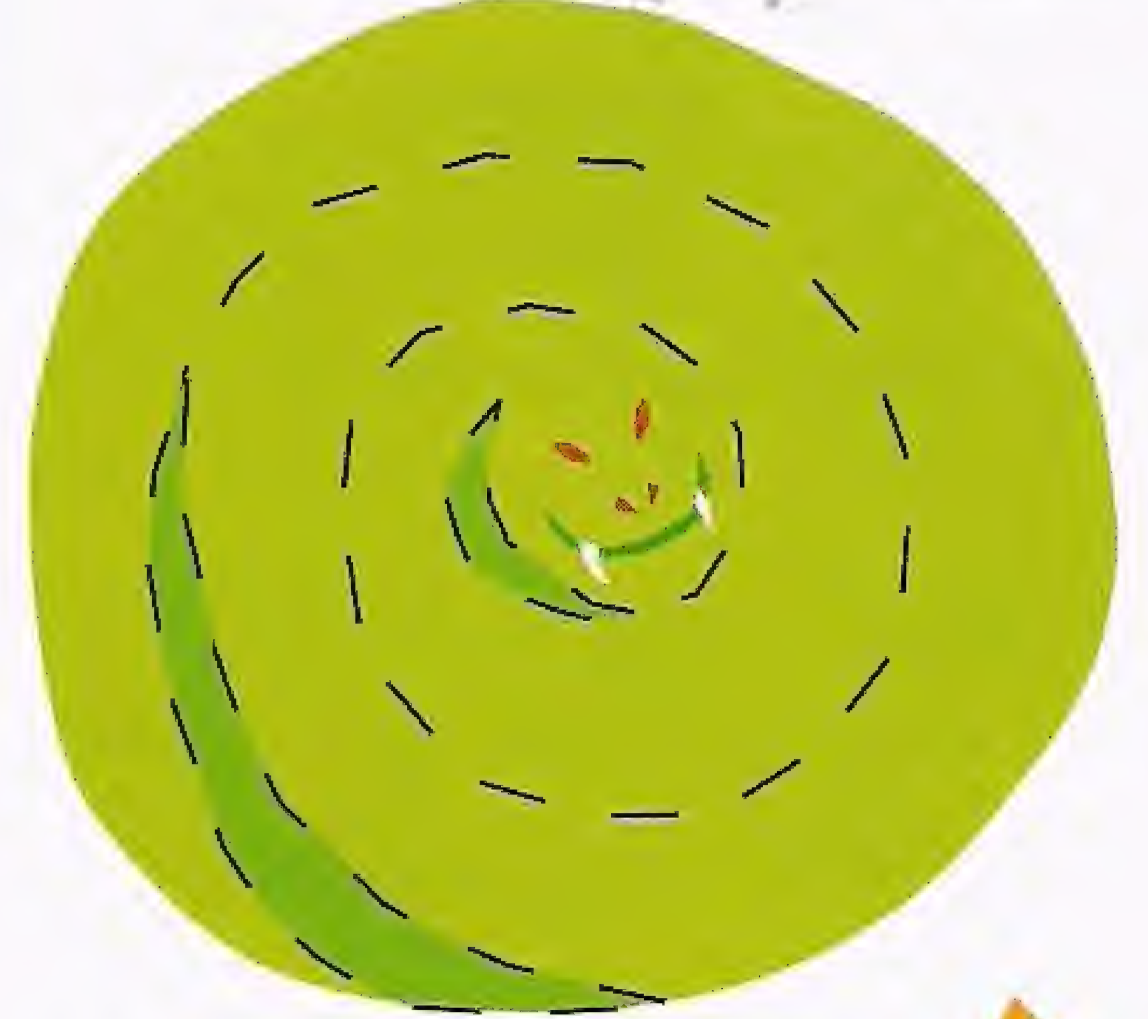
## الحاوي

إستخدِمِ الكهرباءَ السّاكِنةَ لتَحريكِ أشياءَ دون أن تَلمِسَها بيَدَيكَ! تأكَّدْ أنّ كلَّ ما تَستخدِمُهُ في هذه التَّجرِبةِ جافٌّ.

اللّوازم

10

- وَرَقُ شاش، أو نَسيجيّ
- مِسطَرة پلاستيكيّة
- قُماش نايلون غيرُ لازِم
- مِقَصّ



1 إنسَخْ هذا النّموذجَ على وَرَقةِ شاشٍ وفَصِّلْهُ. قُصَّ مع خَطِّ التَّنقيطِ، ثمّ اسْحَبْ أحدَ الطَّرَفينِ ليكونَ عندك حيّةٌ لَولَبيّةٌ. فَصِّلْ لتَجرِبتِكَ حَيّاتٍ أُخرى.





2 أُدلُكْ مِسطَرةً پلاستيكيّةً مرّاتٍ عدّةً بقُماشةِ النّايلونِ.

3 حَرِّكِ المِسطَرةَ قرب الحَيّاتِ التي صَنَعتَها. هل بإمْكانِكَ أن تَرفَعَها من دون أن تَلمِسَها؟

## في الكيس

قُصَّ منَ الكيسِ شَقّةً وادْلُكْها بقُماشةِ النّايلون. هذا سيَشحَنُها بتَزويدِها بكمّيّةٍ إضافيّةٍ منَ الإلِكْترونات. ثمّ ادْلُكْ كلًّا منَ الأشياءِ الأُخرى بدَورِه. قَرِّبْها من شَقّةِ البِلاستيك المَشحونةِ.

إذا كانت قد فَقَدَت إلِكْتروناتٍ، يكونُ لها شِحْنةٌ مُعاكِسةٌ لشِحْنةِ الشَّقّةِ فتَنجذِب نحوَها. وإذا كانت قد كَسَبَت إلِكْتروناتٍ، يكونُ لها شِحْنةُ الشَّقّةِ نَفْسُها فتَتنافر معها.

**5**

### اللّوازم

- كيسُ نايلون
- قُماشةُ نايلون
- أشياءُ مَصنوعة من موادَّ مُختلِفة، مثلًا شَوكة مَعدِنيّة، مِلعَقة خَشَبيّة، كوب منَ الصّينيّ، مِسطَرة بِلاستيكيّة، كوب زُجاجيّ، كِلّة (بِلْية)، مِمْحاة.



### ماذا حَدَثَ؟

عندما تَدلُكُ الأشياءَ البِلاستيكيّةَ، مثلَ المِسطَرةِ، فإنّها تَكسِبُ إلِكْتروناتٍ. لذا فإنّها تَتنافَرُ مع شَقّةِ البِلاستيك. الأجسامُ المَعدِنيّةُ، مثلُ الشّوكةِ المَعدِنيّةِ، تَفقِدُ إلِكْتروناتٍ لذا تَجذِبُ الشَّقّةَ. بعضُ الأجسامِ، مثلُ المِمْحاةِ، تكادُ لا تَلتقِطُ أيَّ إلِكْتروناتٍ لذا فإنّ تأثيرَها في الشَّقّةِ ضئيلٌ للغاية.

## يَقِفُ الشَّعر

الجِسْمُ الذي يَكسِبُ إلِكْتروناتٍ يكونُ له شِحْنةٌ مُعاكِسةٌ لجِسْمٍ يكونُ قد فَقَدَ إلِكْتروناتٍ. ماذا يَحدُثُ عندما تَشحَنُ شَعرَك بتَمريرِ مُشْطٍ بِلاستيكيٍّ فيه مرّاتٍ عديدةً؟

**5**

### اللّوازم

- مُشْط بِلاستيكيّ
- مرآة



### ماذا حَدَثَ؟

المُشْطُ يَنقُلُ إلى شَعرِكَ إلِكْترونات. يُعطي كلَّ شَعرةٍ من شَعَراتِكَ نوعَ الشِّحْنةِ نَفْسَهُ. وإذ لا تَستطيعُ الشَّعَراتُ أن تُلقيَ بإلِكْتروناتِها الزّائدةِ على بعضِها البعضِ، فإنّها تَقِفُ لتَتباعَدَ.



## اِحتِراقُ سفينة هوائيّة

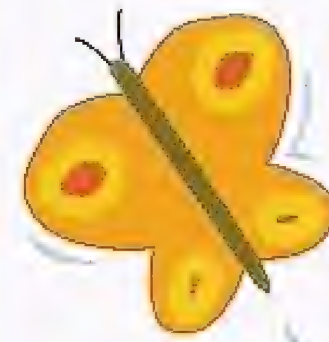
في العامِ 1937، هَبَّتِ النّارُ في السَّفينةِ الهوائيّةِ الضَّخمةِ هِندِنْبرغ عندما ألقى بعضُ مَلّاحيها حِبالًا إلى الأرض. لم يُدرِكوا أنّ الطَّقسَ كان عاصِفًا وأنّ هيكلَ السَّفينةِ الخارجيَّ كان شديدَ الشَّحنِ. هذا الشَّحْنُ جَرى في الحِبالِ ووَصَلَ إلى الأرضِ مُسبِّبًا شرارةً أَشعَلَتِ الغازَ في داخلِ السَّفينةِ الهوائيّةِ.

# حَرِّكْ من دون أن تُـحرِّك!

لا يَميلُ الجِسْمُ إلى الاِحتِفاظِ بشِحْنتِهِ. وإذا أَمكَنَ فإنّه يُسقِطُها على أجسامٍ قريبةٍ. بإمْكانِكَ أن تَستفيدَ من هذه الخاصّةِ في تَحريكِ الأشياءِ. يَتجاذَبُ الجِسْمانِ إذا كانت شِحْنتاهُما مُتعاكِستَينِ أو مُتضادّتَينِ. وهذا يَجعَلُهُما يَتقارَبانِ إلى حدٍّ يَسمَحُ لهما بالتَّشارُكِ بالإلِكْترونات ليزولَ شَحْنُهُما. إذا كان لهما الشِّحْنةُ نَفْسُها، لا يَستطيعُ أيٌّ منهما أن يُلقيَ إلِكْترونات على الآخرِ فيَتنافَرانِ أو يَدفَعُ أحدُهُما الآخرَ.

**ما الذي يَجعَلُ الفراشة تتحرَّك؟**

## طَيِّرْ فَراشةً!



اِشحَنْ فَراشةً من وَرَقٍ رقيقٍ واجعَلْها تَطيرُ.

### اللَّوازم

20

- مِشبَكُ وَرَق مَعدِنيّ
- مَرطَبان مُربّى (بَرطَمان) فارغ
- مَعجون تَشكيل
- وَرَقُ ألمنيوم
- وَرَقُ شاش (وَرَق نَسيجيّ)
- مِسطَرة بلاستيكيّة
- قُماشة قديمة منَ النّايلون
- مِقَصّ

**1** اِفتَحْ مِشبَكَ الوَرَقِ، واثْنِهِ إلى الشَّكلِ الذي تَراهُ في الصّورةِ.



**2** خُذْ رُقاقةً من وَرَقِ الألمنيوم، بحَجْمِ اليَدِ تقريبًا، ولُفَّها إلى كُرةٍ مَشدودةٍ. اِغرِزْ طَرَفَ مِشبَكِ الوَرَقِ في كُرةِ رُقاقةِ الألمنيوم.



**3** ضَعْ مِشبَكَ الوَرَقِ على حافّةِ المَرطَبانِ واسْتَخدِمْ قليلًا من مَعجونِ التَّشكيلِ لتُثَبِّتَهُ في مَوضِعِهِ. فَصِّلْ من وَرَقِ الشّاشِ فَراشةً صغيرةً، وضَعْها على مِشبَكِ الوَرَقِ داخلَ المَرطَبانِ.



**4** أُدلُكْ مِسطَرةَ بلاستيك بقُماشةِ نايلون. هذا يَشحَنُها (أُنظُرْ ص 6–7). راقِبِ الفَراشةَ بانتباهٍ إذ تُقرِّبُ المِسطَرةَ من كُرةِ وَرَقِ الألمنيوم. هل تَرى جَناحَيِ الفَراشةِ يَتحرَّكانِ؟

### ماذا حدَثَ؟

للمِسطرةِ المَشحونةِ الكثيرُ منَ الإلِكْتروناتِ الفائضةِ تُريدُ أن تَتخلَّصَ منها برَمْيِها على أجسامٍ أُخرى حولها. وهي تُصبِحُ قادرةً على ذلك عندما تُقرِّبُها منَ الكُرةِ، إذ يَسهُلُ على الإلِكتروناتِ التَّحرُّكُ في المَعدِنِ. وهكذا تَنتقِلُ الإلِكْتروناتُ إلى كُرةِ الألمنيوم وتَمُرُّ فيها، ومن ثَمّ في مِشبَكِ الوَرَقِ فإلى الفَراشةِ الوَرَقِيّةِ. ولمّا كانت تُعطي جَناحَيِ الفَراشةِ الشِّحْنةَ نَفْسَها، فالجَناحانِ يَتنافَرانِ، أي يَدفَعُ أحدُهُما الآخَرَ ويَنفَتِحانِ.

## صِلْ ما انْقطَعَ

اتبَعْ خُطواتِ التَّجربةِ السّابقةِ ثانيةً لتَجعَلَ لَمبةَ مِصباحِكَ اليَدَويِّ تُضيءُ . اِسأَلْ راشدًا أن يَقُصَّ أحدَ السِّلكينِ عند مُنتصَفِهِ ليَقطَعَ الدّارةَ . أُترُكْ كلَّ شيءٍ آخرَ في مكانِهِ . الآن اسأَلِ الرّاشدَ أن يُساعِدَكَ في تَعريةِ الطَّرَفَينِ السّائبَينِ منَ السِّلْكِ المُنقطِعِ . ثمّ اسْتَخدِمْ مِشبَكَ وَرَقٍ مَعدِنيًّا لتَصِلَ بين الطَّرَفَينِ السّائبَينِ . ما الذي يَحدُثُ للَّمبةِ ؟



**ماذا حَدَثَ للَّمبةِ حين قَطعتَ الدّارةَ؟**

10

### اللَّوازم

- لَمبةُ مِصباحٍ يَدَويٍّ صغيرة (لا تتجاوَزُ فُلطيّتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس أأ
- سِلْكانِ مُغلَّفانِ بعازِلٍ
- مِشبكُ وَرَقٍ مَعدِنيّ
- شَريط لاصِق

### ماذا حَدَثَ ؟

عندما قَطعتَ الدّارةَ، انْقطَعَ سَريانُ الكهرباءِ ولم تَعُدْ تَصِلُ إلى اللَّمبةِ فانطفَأَتْ. مِشبَكُ الوَرَقِ المَعدِنيُّ يَصِلُ بين الطَّرَفينِ المُنقطِعَينِ في الدّارةِ. فالكهرباءُ تَسري فيه مُنتقِلةً من طَرَفٍ في السِّلْكِ المَقطوعِ إلى الطَّرَفِ الآخرِ. المِشبَكُ الوَرَقيُّ إذًا يُكمِلُ الدّارةَ، ويَسمَحُ بتوهُّجِ اللَّمبةِ. وهو بهذه الطَّريقةِ يَعمَلُ عَمَلَ مِفتاحٍ كهربائيٍّ.

### نظرة إلى الماضي

#### علامةُ ثَراء

دَخَلَتِ الكهرباءُ البُيوتَ في أواخرِ القرنِ التّاسعَ عشَرَ . في ذلك الوقتِ ، كانت تُعتبَرُ منَ الكَماليّاتِ المُرتفِعةِ التَّكلفةِ . ولم تَكُنْ مَوجودةً إلّا في بُيوتِ الأثرياءِ . كانتِ الكهرباءُ مُكلِفةً إلى حَدِّ أنّ النّاسَ كانوا كثيرًا ما يَكتَفونَ بإدخالها إلى غُرَفٍ في مَنازِلِهم دون أُخرى . وبعضُ مَن لم يَكونوا قادرينَ إلّا على لَمبةٍ واحدةٍ كانوا يَضَعونَ هذه اللَّمبةَ أحيانًا في مدخلِ المنزلِ ويَتركونَها مُضاءةً ليلًا ونهارًا ليَتباهَوا بها أمام العابرينَ .




## لُعبةُ الكُرة الفولاذيّة

الكُرةُ الفولاذيّةُ في هذه المَكِنةِ تَصِلُ بين الهَدَفِ الذي تُصيبُهُ الكُرةُ وقاعدةِ المَكِنةِ. وهذه الوُصْلةُ تُكمِلُ الدّارةَ المُنقطِعةَ فتُضيءُ لَمباتٍ وتَئزُّ أصواتٌ. وإذ تَندفِعُ الكُرةُ مُتنقِّلةً بين أجزاءِ اللُّعبةِ، تَتردَّدُ الدّارةُ بين انْقِطاعٍ واتِّصالٍ بسُرعةٍ فائقةٍ، ممّا يَجعَلُ منَ الكُرةِ الفولاذيّةِ لُعبةً سريعةً للغايةِ ومُثيرةً.

# دارة كهربائيّة

التَّجارِبُ التي قُمْتَ بها حتّى الآن كانت على الكهرباءِ الإستاتيّةِ أو السّاكِنةِ فقط – الكهرباءُ التي تَحدُثُ عندما يَتلقّى جِسْمٌ إلِكْتروناتٍ أو يَفقِدُ بالدَّلْكِ إلِكْتروناتٍ. على أنّ منَ الكهرباءِ نوعًا آخرَ عظيمَ الفائدةِ تُولِّدُهُ إلِكْتروناتٌ ساريةٌ. نُسمّي هذا النَّوعَ كهرباءَ التَّيّار. يَسهُلُ انْتِقالُ الإلِكْترونات عبر المَعادِنِ. ويُمكِنُكَ باستِخدامِ بطّاريّةٍ أن تَدفَعَ الإلِكْتروناتِ في سِلْكٍ حتّى آخرِهِ. يَلزَمُكَ لتقومَ بذلك أن تُشكِّلَ حَلْقةً تامّةً نُسمّيها دارةً، تُؤمِّنُ سَرَيانَ الإلِكْتروناتِ خُروجًا منَ البطّاريّةِ والعَودةَ إليها من دون انْقِطاعٍ.

## تَجرِبة مُضيئة

عندما تَسري كهرباءُ التَّيّارِ في هذه الدّارةِ فإنّها تُضيءُ لَمْبةً.

اللَّوازم

10

- لَمبةُ مِصباحٍ يَدَويّ صغيرة (لا تتجاوزُ فُلطيّتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس أأ
- سِلْكانِ مُغلَّفانِ بعازِل
- شَريط لاصِق

1 إسألْ راشدًا أن يُعرّيَ 2 سم من طَرَفَي كلٍّ منَ السِّلْكَين.

2 إستخدِمْ شَريطًا لاصِقًا لتُثبّتَ طَرَفًا عاريًا من أحدِ السِّلْكَينِ إلى الحَدَبةِ الفِضّيّةِ في أعلى البطّاريّةِ. نُسمّي هذه الحَدَبةَ طَرَفَ التَّوصيلِ الموجِب.

3 إستخدِمِ المزيدَ منَ الشَّريطِ اللّاصِقِ لتُثبّتَ طَرَفًا عاريًا في السِّلْكِ الآخرِ إلى القاعدةِ الفِضّيّةِ في أسفلِ البطّاريّةِ. هذه القاعدةُ نُسمّيها طَرَفَ التَّوصيلِ السّالِب.

4 صِلِ الطَّرَفَ السّائبَ في كلٍّ منَ السِّلْكَينِ إلى اللَّمبةِ. هل تَتوهَّجُ اللَّمبةُ؟

### ماذا حَدَثَ؟

شَكَّلتَ دارةً تامّةً أي غيرَ مُنقطِعةٍ. تَسري الإلِكْتروناتُ خارجةً منَ البطّاريّةِ، عبر أحدِ السِّلْكَينِ، وعبر اللَّمبةِ، وعبر السِّلْكِ الآخرِ لتَعودَ وتَدخُلَ البطّاريّةَ. عندما تَسري الإلِكْتروناتُ في اللَّمبةِ، فإنّها تُسخِّنُ فَتيلَها وتَجعلُها بالتّالي تَتوهَّجُ.

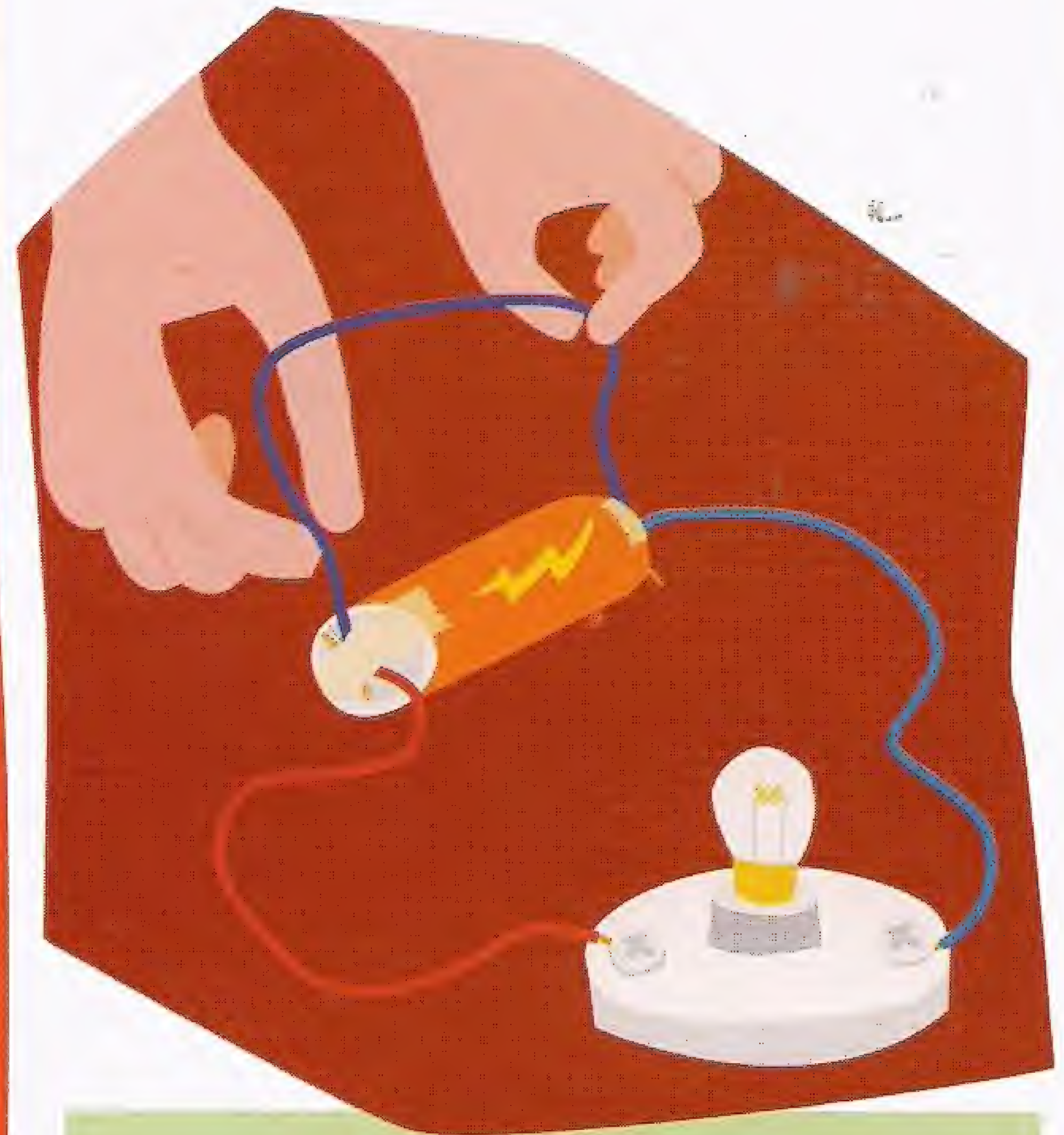
## دارة قصيرة

### اللّوازم

15

- لَمبةُ مِصباح يَدويّ صغيرة (لا تتجاوزُ فُلطيّتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس AA
- ثلاثةُ أسلاك مُغلّفة بعازل
- شَريط لاصِق

قد تَسخُنُ الأَسلاكُ في هذه التَّجربةِ – لذا اسأَلْ راشدًا العَونَ. اِتّبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ في ص 10 لتَبنيَ دارةً تَتوهَّجُ معها لَمبةٌ. إِسأَلْ راشدًا أن يُعرّيَ طَرَفي سِلْكٍ إضافيٍّ. ثمّ مُسَّ طَرَفي هذا السِّلْكِ بطَرَفي التَّوصيلِ في بطّاريّتِكَ. تأَكَّدْ أنّكَ تَمسُّ طَرَفي التَّوصيلِ في وقتٍ واحدٍ. ماذا يَحدُثُ للَّمبةِ ؟

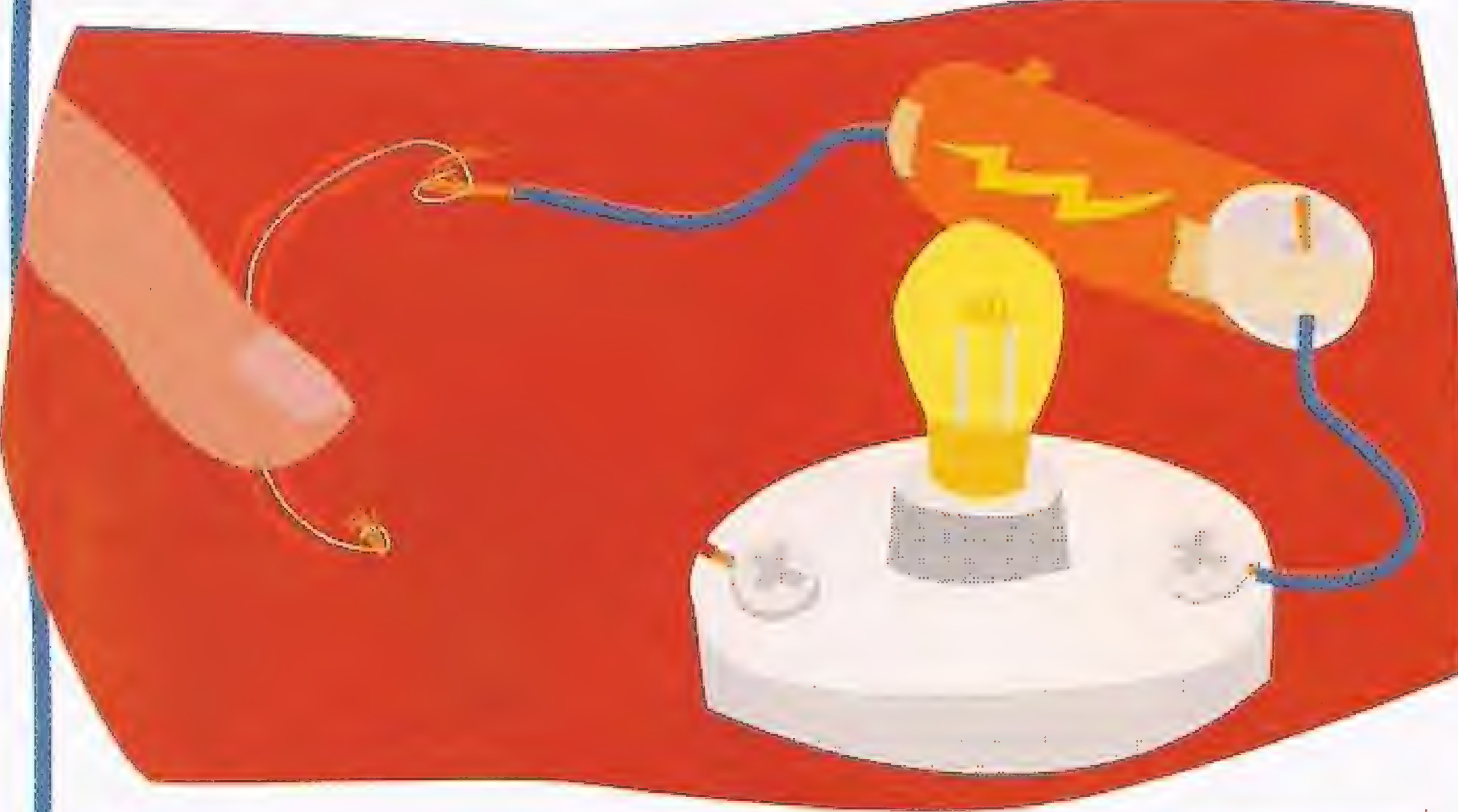


### ماذا حَدَثَ ؟

عندما تَضعُ سِلْكًا إضافيًا على طَرَفي التَّوصيلِ في البطّاريّةِ، تَنطفِئُ اللَّمبةُ. تَسري الكهرباءُ في السِّلْكِ الإضافيِّ، مُتجاوِزةً تمامًا اللَّمبةَ. إذا نَظَرتَ إلى داخلِ اللَّمبةِ نَظرةً فاحِصةً تَرى سِلْكًا مَعدِنيًّا رفيعًا نُسمّيهِ فَتيلةً، وهو يَنقُلُ كمّيّةً ضئيلةً جدًّا منَ الكهرباءِ. السِّلْكُ الإضافيُّ أَسمَكُ بكثيرٍ منَ الفَتيلةِ، لذا تَسري فيه الكهرباءُ بسُهولةٍ أكبرَ بكثيرٍ. وبهذا يكونُ السِّلْكُ الإضافيُّ دارةً قصيرةً – طريقًا أَسهَلَ يَسلُكُهُ التّيّارُ الكهربائيُّ.

## أَسلاكٌ تَسخُنُ

قُمْ بتَجربةِ الضَّوءِ الخافتِ (ص 12) ثانيةً، على أن تَستخدِمَ جَديلةً من سِلْكَينِ رفيعَينِ فقط. أُترُكِ اللَّمبةَ تَتوهَّجُ لمدّةِ دقيقةٍ على الأقلِّ، ثمّ تَحسَّسِ الجَديلةَ. ماذا تُلاحِظُ ؟



### ماذا حَدَثَ ؟

إذ تَجِدُ الكهرباءُ صُعوبةً بالغةً في السَّرَيانِ عبر جَديلةٍ رفيعةٍ للغايةِ، فإنّها تَتحوَّلُ إلى شكلٍ آخرَ من أشكالِ الطّاقةِ هو الحرارةُ. هذه الحرارةُ تُسخِّنُ الجَديلةَ بعضَ الشّيءِ.



## تَوهُّج ساخِن

اللَّمبةُ تُحوِّلُ الكهرباءَ إلى ضَوءٍ لأنّها تَحتوي على فَتيلةٍ رفيعةٍ جدًّا. تَجِدُ الكهرباءُ صُعوبةً بالغةً في السَّرَيانِ في الفَتيلةِ، لذا تَتحوَّلُ إلى حرارةٍ وذلك يَجعَلُ الفَتيلةَ تتوهَّجُ توهُّجًا أبيضَ. هكذا تُولِّدُ اللَّمبةُ ضَوءًا.

# غَليظ ورَفيع

بإمْكانِ الكهرباءِ أن تَسريَ في أيِّ سِلْكٍ مَعدِنيٍّ في الدّارةِ. لكنّ سَرَيانَها في الأسلاكِ الغَليظةِ أَسهلُ من سَرَيانِها في الأسلاكِ الرَّفيعةِ. إنّ كمّيّةَ الكهرباءِ التي تَسري في سِلْكٍ نُسمّيها تيّارًا. إذا اسْتخدَمْتَ سِلْكًا أَرفَعَ، تَجِدُ البطّاريّةُ صُعوبةً في دَفْعِ الكهرباءِ عبره فتُولِّدُ تيّارًا أَضعفَ.

ماذا يَحدُثُ لِلَّمبةِ إذ يُستخدَمُ سِلْكُ أَرفَعُ؟

## ضَوء خافِت

أُنظُرْ ما يَحدُثُ لِلَمبتِكَ عندما تَستعمِلُ في هذه الدّارةِ سِلْكًا رفيعًا للغايةِ.

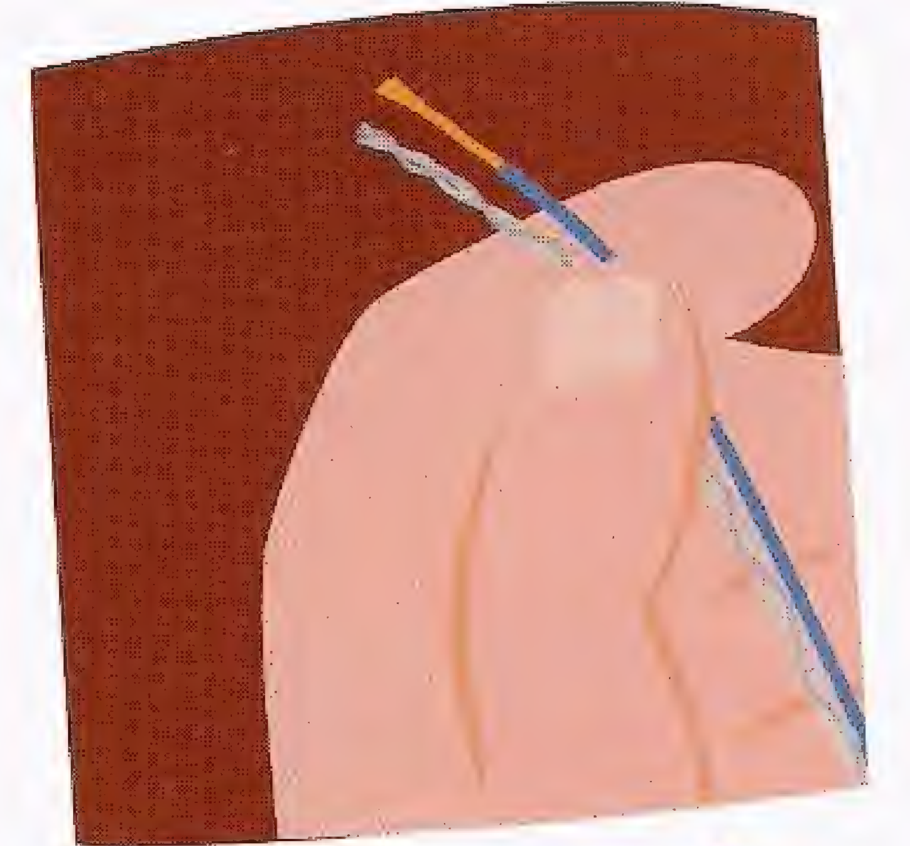
**اللَّوازم**

15

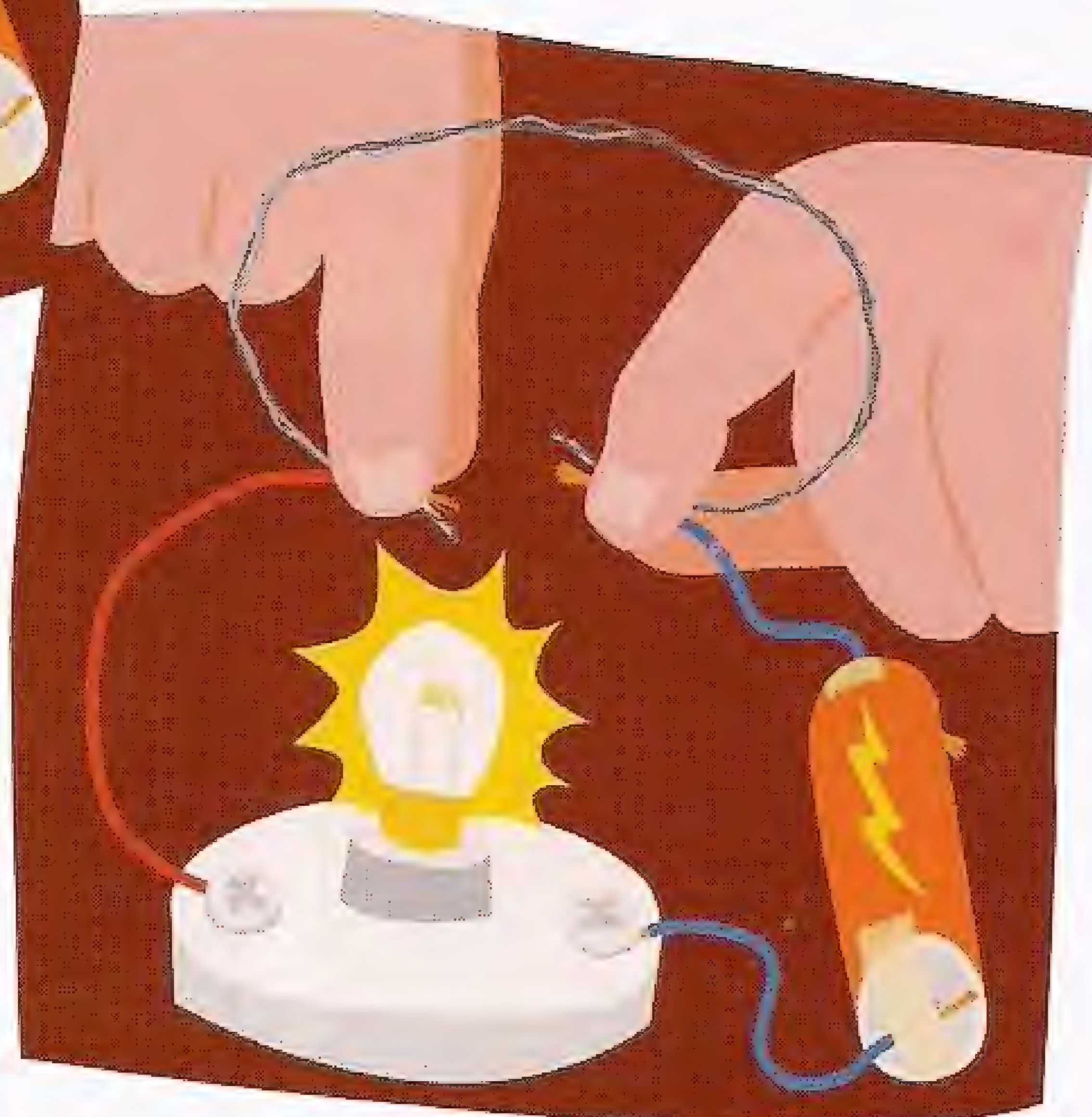
- لَمبةُ مِصباحٍ يَدَويّ صغيرة (لا تَتجاوزُ قُلطيّتها 3 ف، أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس أأ
- سِلْكانِ مُغلّفانِ بعازِل
- سِلْك رفيع
- شَريط لاصِق



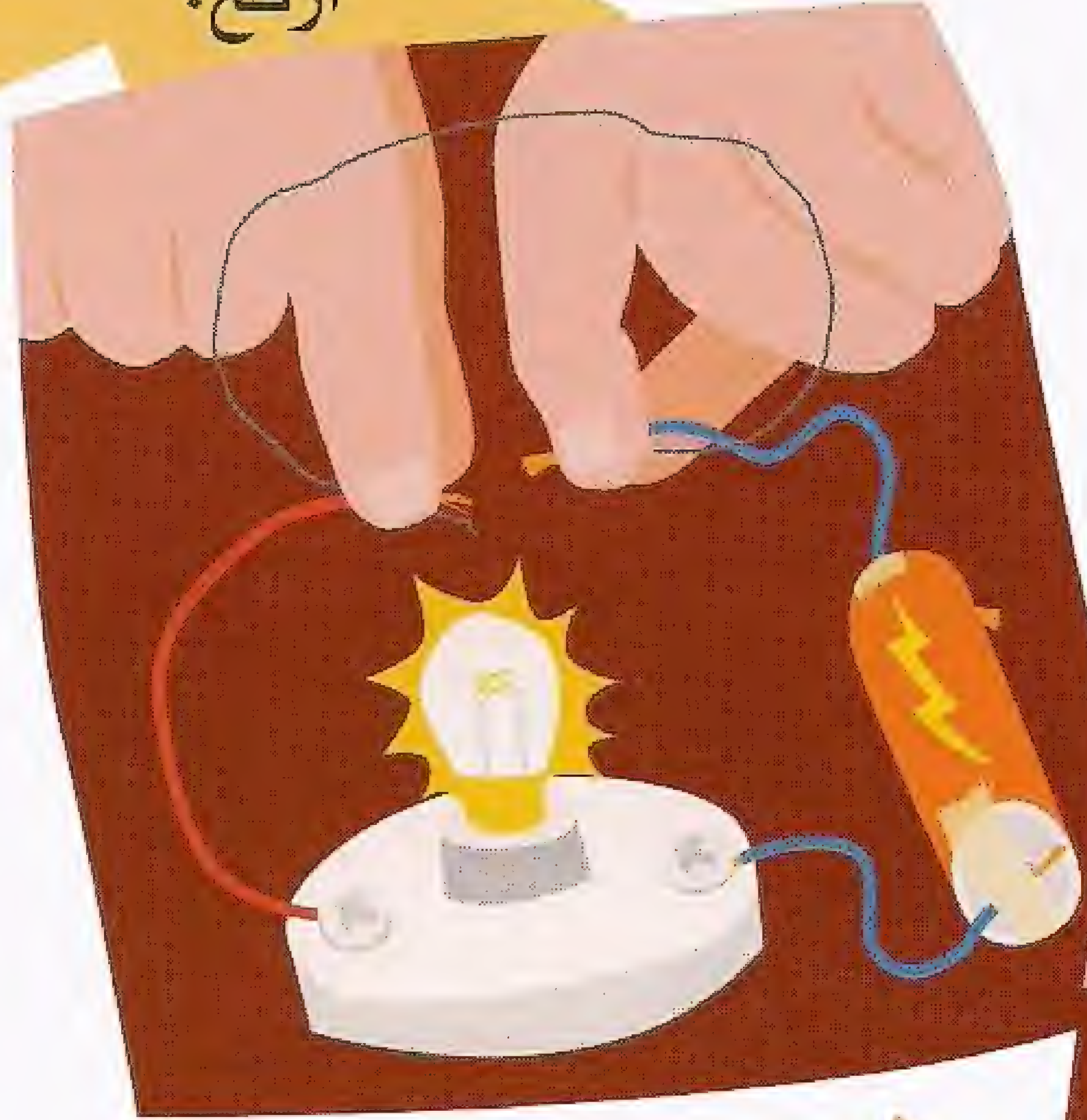
1 إتّبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ السّابقةِ (ص 11) لِتَبنيَ دارةً تَجعَلُ اللَّمبةَ تُضيءُ عندما تَصِلُها بِمشبَكِ الوَرَق.



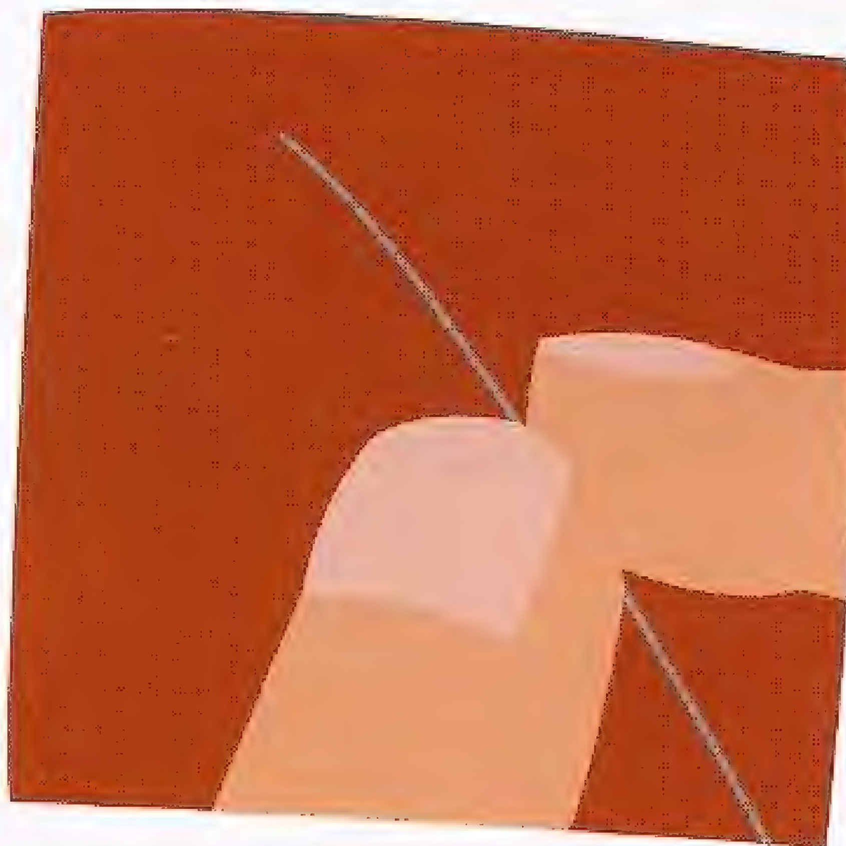
2 إجدِلْ أسلاكًا رفيعةً مُشكِّلًا منها سِلْكًا واحدًا. إجعَلِ السِّلْكَ المَجدولَ بسُمكِ أَسلاكِكَ المُغلَّفةِ بالعازِلِ.



3 إستخدِمِ السِّلْكَ المَجدولَ بدلَ مِشبَكِ الوَرَقِ لتَصِلَ بين طَرَفَي السِّلْكِ المُنقطِعِ في الدّارةِ. تفحَّصْ توهُّجَ اللَّمبةِ.



4 إنزِعْ نحو ثُلثَي سُمْكِ السِّلْكِ المَجدولِ بحيث يَبقى الطّولُ كما هو ولكن يكونُ أَرفَعَ بكثيرٍ. استخدِمْهُ لتَصِلَ بين طَرَفَي السِّلْكِ المُنقطِعِ ثانيةً. كيف يكونُ توهُّجُ لَمبتِكَ الآن؟



5 إجعَلِ السِّلْكَ أشدَّ رَفاعةً. كيف يكونُ أثرُ ذلك على اللَّمبةِ؟

### ماذا حَدَثَ؟

تَجِدُ الكهرباءُ صُعوبةً في السَّرَيانِ في سِلْكٍ رفيعٍ. تُولِّدُ البطّاريةُ تيّارًا كهربائيًّا ضئيلًا في مثلِ هذه الحالةِ لذا تَتوهَّجُ اللَّمبةُ بضَوءٍ خافتٍ للغايةِ.

## الماء والهواء

بإمْكانِكَ أن تَختبِرَ مادّتَينِ أساسيّتَينِ هما الماءُ والهواءُ لتَرى ما إذا كانتا مُوصِّلتَينِ للكهرباءِ. لِاختبارِ الماءِ، غَطِّسِ السِّلكَينِ في طَبَقٍ صغيرٍ مَملوءٍ بالماءِ. ولِاختبارِ الهواءِ، ما عليكَ إلّا أن تُعرِّضَ السِّلْكَينِ للهواءِ.

### اللّوازم

10

- لَمبةُ مِصباحٍ يَدَويٍّ صغيرة (لا تتجاوزُ فُلطيّتُها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس AA
- سِلْكانِ مُغلَّفانِ بعازِل
- شَريط لاصِق
- طَبَق ماء صغير

**هل يُوصِّلُ الماءُ الكهرباءَ؟ هل يُوصِّلُ الهواءُ الكهرباءَ؟**

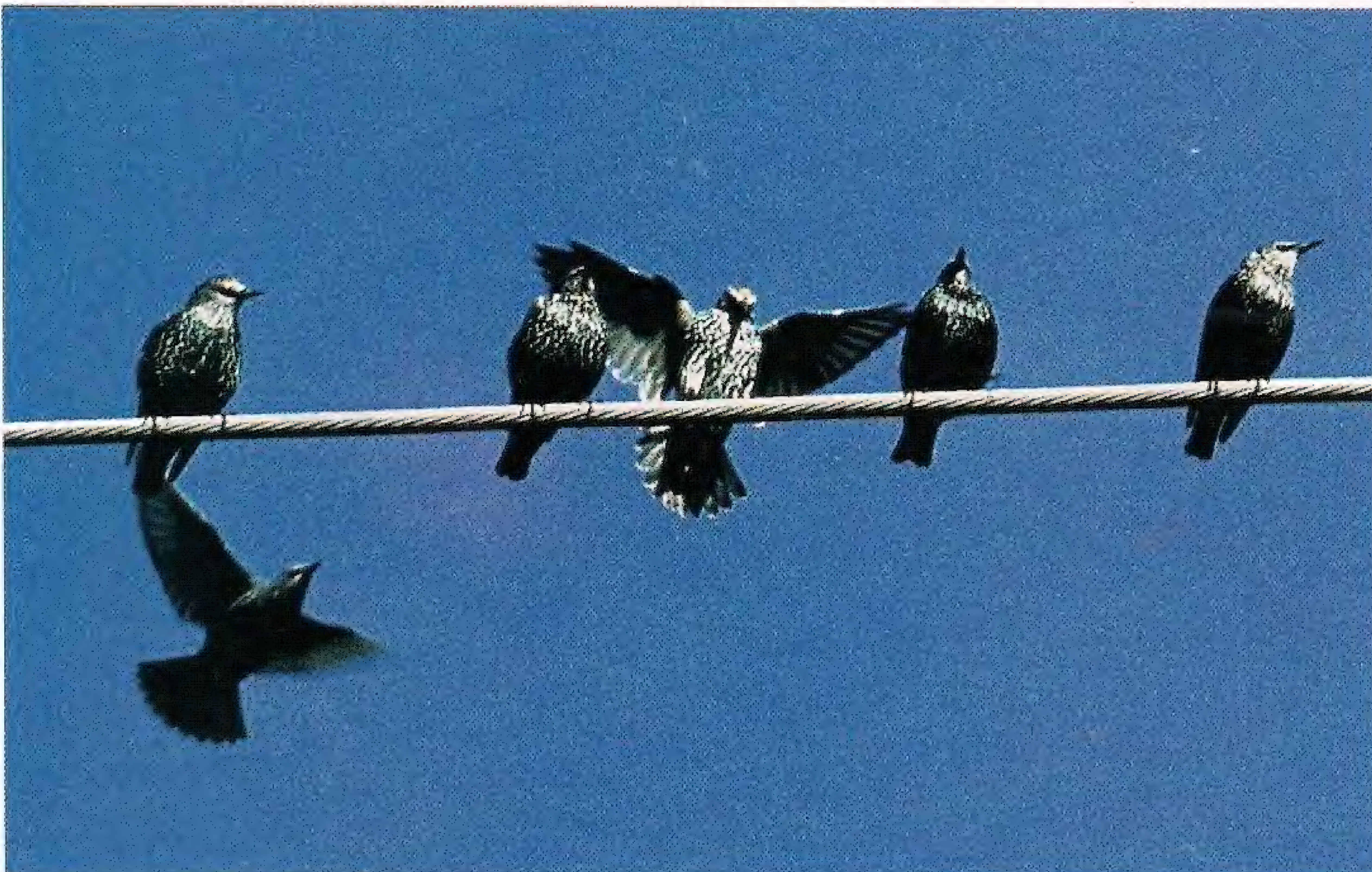


### ماذا حدَثَ ؟

تَتوهَّجُ اللَّمبةُ عندما تَصِلُ الانقِطاعَ في الدّارةِ بالماءِ - لكنّها لا تَتوهَّجُ عندما تَصِلُها بالهواءِ. الماءُ هو، مثلُ المَعادِنِ، يَسمَحُ بسَريانِ الكهرباءِ فيه، فهو إذًا مُوصِّلٌ للكهرباءِ. أمّا الهواءُ فهو عازِلٌ. على أنّه يَحدُثُ أحيانًا أن تَنتقِلَ الكهرباءُ، حين تكونُ شديدةَ القوّةِ، عبرَ الهواءِ. على سَبيلِ المِثالِ، تَسري الكهرباءُ عبرَ الهواءِ مولِّدةً البَرْقَ. بإمْكانِكَ أن تُولِّدَ كهرباءَ إستاتيّةً غيرَ مؤذيةٍ تقفِزُ في الهواءِ مسافةً قصيرةً (أُنظُرْ ص 8).

## طُيور على أسلاك

يَسري في هذا السِّلْكِ منَ الكهرباءِ ما يَكفي أن يكونَ مُميتًا. لكنّ الطُّيورَ تَطيرُ حوله وتَحُطُّ عليه بأمانٍ، وكأنّ التّيّارَ يَسري في السِّلْكِ ولا يَسري في الطُّيورِ. سَبَبُ ذلك أنّ السِّلْكَ أفضلُ تَوصيلًا للكهرباءِ بكثيرٍ منَ الطُّيورِ. إيّاكَ أن تُجرِّبَ أنتَ مثلَ هذا الأمرِ. إذا رَأيتَ سِلكًا عاريًا، ابتعِدْ عنه. فالكهرباءُ قد تَسري في السِّلْكِ العاري وتَنتقِلُ إلى الجِسْمِ ومنها إلى الأرضِ فتَكتمِلُ الدّارةُ وقد يكونُ ذلك مُميتًا.



# مع التّيّار

تَسري الكهرباءُ في بعضِ الموادِّ بسُهولةٍ أكثرَ ممّا تَسري في غيرِها. إنّها تَسري بسُهولةٍ بالغةٍ في موادَّ نُسمّيها مُوصِّلةً، مثلًا الأجزاءُ المَصنوعةُ منَ المَعادِنِ. الموادُّ العازِلةُ، من ناحيةٍ أُخرى، هي موادُّ غيرُ مُوصِّلةٍ للكهرباءِ أي لا تَسري فيها الكهرباءُ. الموادُّ البِلاستيكيّةُ هي عادةً موادُّ جيّدةُ العَزْلِ.

15

اللّوازم

- لَمبةُ مِصباحٍ يَدَويّ صغيرة (لا تَتجاوزُ فُلطيّتها 3 ف أو 4,5 ف)
- بطّاريّة 1,5 ف، قياس أأ
- سِلْكانِ مُغلّفانِ بعازِل
- مِشبَكُ وَرَق مَعدِنيّ
- شَريط لاصِق
- أشياء مَصنوعة من موادَّ مُختلِفةٍ مثل مِمْحاة وقِطعة نُقود مَعدِنيّة ومِلعَقة خَشَبيّة وكوب زُجاجيّ ووَرَقة وقَلَم بلاستيكيّ وكوب صينيّ

### موادُّ عازِلة



هذه طريقةٌ سهلةٌ يُمكِنُ بواسطتِها التّمييزُ بين الموادِّ المُوصِّلةِ والموادِّ العازِلةِ.

1 اِتّبِعْ خُطواتِ التّجربةِ في ص 11 لتَبنيَ دارةً مُنقطِعةً. تأكّدْ أنّ اللّمبةَ تَتوهّجُ عندما تَصِلُ الانقِطاعَ بمِشبَكِ وَرَقٍ.



2 اِستبدِلْ بمِشبَكِ الوَرَقِ شيئًا آخرَ، مثلًا مِلعَقة خَشَبيّة. هل تَتوهّجُ اللّمبةُ الآن؟ كَرِّرِ التّجربةَ مُستخدِمًا كُلًّا منَ الأشياءِ التي جَمَعتَها على حِدةٍ. أيُّها يَجعَلُ اللّمبةَ تَتوهّجُ وأيُّها لا يَجعَلُها تَتوهّجُ؟

### ماذا حدَثَ؟

تَتوهّجُ اللّمبةُ عندما تُستخدَمُ في وَصْلِ الانقِطاعِ في الدّارةِ أجسامٌ مثل قِطعةِ النُّقودِ المَعدِنيّةِ. ذلك أنّ هذه الأجسامَ مُوصِّلةٌ للكهرباءِ. اللّمبةُ لا تَتوهّجُ عندما تَصِلُها بأجسامٍ مثلِ المِمْحاةِ. ذلك أنّ هذه الأجسامَ عازِلةٌ. الأجسامُ المُوصِّلةُ، على عكسِ العازِلةِ، مَصنوعةٌ من موادَّ تَسمَحُ للإلِكترونات بالسَّرَيانِ فيها. لذا يَسري فيها التّيّارُ بسُهولةٍ.

## 5 غيِّرِ الوَصفة

ثِمارُ اللَّيمونِ ليستِ الثِّمارَ الوَحيدةَ التي تُولِّدُ الكهرباء. كرِّرِ التَّجربةَ السّابقةَ مُستخدِمًا أنواعًا أُخرى منَ الفاكهةِ والخَضراواتِ. وغيِّرِ النُّقودَ المَعدِنيّةَ أيضًا. إذا لم يَعُدْ عندكَ نُقودٌ مَعدِنيّةٌ تُجرِّبُها، استخدِمْ بَدَلًا منها مَساميرَ. أيُّ أنواعِ البطّاريّاتِ المنزليّةِ التي تَصنعُها الأكثرُ لَذعًا؟

### اللَّوازم

- نُقود مَعدِنيّة ومَسامير مَصنوعة من موادّ مُختلِفة
- أنواع مُختلِفة منَ الفَواكه والخَضراوات
- أسلاك مُغلَّفة بعازِل

**ما أصلَح أنواع الفواكه أو الخَضراوات لتَصنعَ منها بطّاريةً؟**



### ماذا حَدَثَ؟

تَشكيلاتٌ عدّةٌ من اجتِماعِ الفَواكهِ أو الخَضراواتِ والمَعادِنِ يُمكِنُ أن تَتشكَّلَ منها بطّاريّاتٌ صغيرةٌ. تَحتاجُ أن تَستعمِلَ طعامًا حامِضيًّا (البطاطسُ جيّدةٌ وكذلكَ الأناناس) إلى جانبِ مَعدِنَينِ مُختلِفَينِ. بعضُ التَّشكيلاتِ تُولِّدُ لَذعًا أشدَّ من سِواها.



4 إسحَبْ سِلْكًا من ثَمَرةِ الفاكهةِ ثمّ كرِّرِ الخُطوة 3. ماذا تَشعُرُ الآن؟

### ماذا حَدَثَ؟

لَيمونتُكَ وقِطعتا النَّقدِ تُشكِّلُ بطّاريّةً بَسيطةً. لا تُولِّدُ منَ الكهرباءِ ما يُضيءُ لَمبةً، لكنّها تُولِّدُ ما يَكفي لتَشعُرَ بلَذعةٍ في لِسانِكَ. إذا سَحَبتَ سِلْكًا، تَنقطِعُ الدّارةُ فلا تَعودُ تَشعُرُ بلَذعةٍ. داخلَ البطّاريّةِ الفعليّةِ صفيحتانِ مَصنوعتانِ من مَعدِنَينِ مُختلِفَينِ، تمامًا مثلَ قِطعتَي النَّقدِ عندكَ. والصَّفيحتانِ مَفصولةٌ إحداهُما عنِ الأُخرى بمادّةٍ كيماويّةٍ نُسمّيها حَمْضًا، تَعمَلُ عَمَلَ لَيمونتِكَ.

### سُترةُ نَجاة

حالما يَقَعُ هذا البحّارُ في البحرِ، يَملأُ الماءُ المالحُ بطّاريّةَ ماءٍ مالحٍ جَوفاءَ مُثبَّتةً في سُترةِ النَّجاةِ. هذا يُشغِّلُ البطّاريّةَ، ممّا يُشغِّلُ بدَورِهِ ضَوءًا للحالاتِ الطّارئةِ وذلكَ يُساعِدُ فِرَقَ الإنقاذِ على رؤيةِ البحّارِ.

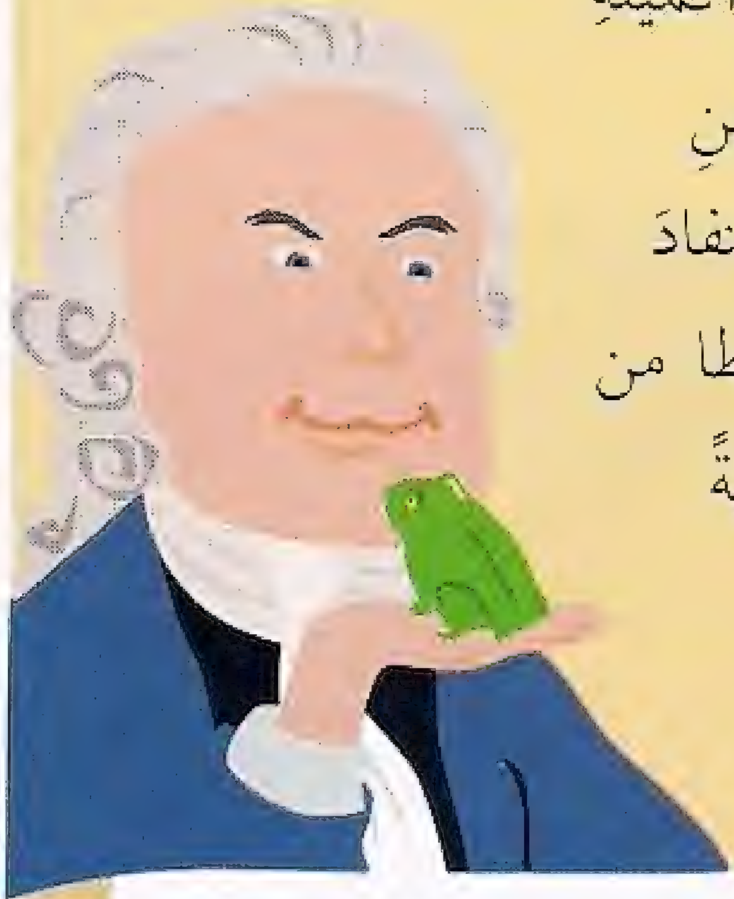
# مَخزَن قُدرة

البطّاريّةُ هي مَخزَنٌ صغيرٌ للكهرباءِ. عندما تُشكِّلُ معها دارةً، فإنّها تُطلِقُ تدريجيًّا الطّاقةَ الكهربائيّةَ المَخزونةَ فيها. هذه الطّاقةُ تَدفَعُ مجرًى منَ الإلِكْترونات في مَسارِ الدّارةِ، مُولِّدةً تيّارًا كهربائيًّا. صَدِّقْ أو لا تُصدِّقْ، بإمْكانِكَ أن تَبنيَ مَخزَنَ كهرباءٍ بنَفْسِكَ، كالبطّاريّةِ تمامًا، مُستخدِمًا بضعَ قِطَعِ نُقودٍ مَعدِنيّةٍ وبعضَ موادَّ أُخرى تَجِدُها في مطبخِ منزلِكُم.

## نَظرة إلى الماضي

### كهرباءُ الحَيَوانات

إستُخدِمَتْ أرجُلُ الضَّفادعِ في بدايةِ الأمرِ لصُنْعِ البطّاريّاتِ. في العام 1791 لاحَظَ العالِمُ لويجي غَلفاني أنّ أرجُلَ الضَّفادعِ المَيتةِ تَنتفِضُ إذا هو لَمَسَها بنَوعَينِ مُختلِفَينِ منَ المَعادِنِ. واسْتَفادَ عالِمٌ آخرُ هو ألِسندْرو ڤولطا من هذا الاكتشافِ ليَصنَعَ بطّاريّةً مُستخدِمًا أقراصًا مَعدِنيّةً مَنقوعةً بماءٍ مالحٍ.



## لَيمون حامِض

بإمْكانِكَ أن تُولِّدَ من لَيمونةٍ كمّيّةً منَ الكهرباءِ تَكفي لتُشعِرَكَ بلَذعةٍ في لِسانِكَ!

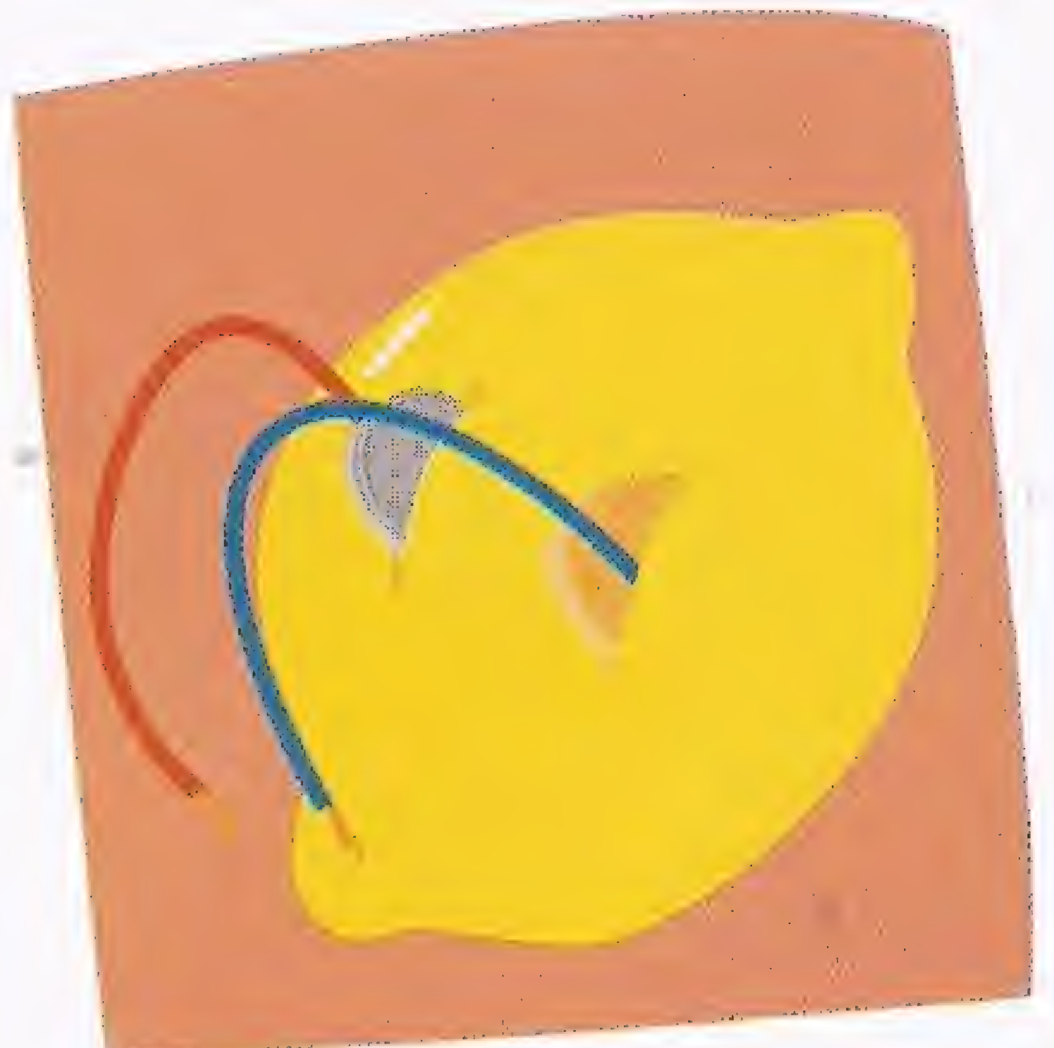
### اللّوازم

5

- قِطعتانِ منَ النُّقود المَعدِنيّةِ مَصنوعتانِ من مَعدِنَينِ مُختلِفَينِ
- لَيمونة
- سِكّينُ مطبخ (أُطلُبْ مُساعَدة راشد)



**1** إسألْ راشدًا أن يَعمَلَ بسِكّينِ المطبخِ شَقَّينِ صغيرَينِ في قِشرةِ اللَّيمونةِ. يَنبغي أن يَبعُدَ الشَّقُّ عن الآخرِ بضعَ سنتيمتراتٍ وأن يكونَ طولُ الشَّقِّ الواحدِ كافيًا لحَمْلِ قِطعةِ نُقودٍ.



**2** الآن اسألِ الرّاشدَ أن يُساعِدَ في تَعريةِ 2 سم من طَرَفَي كلٍّ منَ السِّلْكَينِ المُغلَّفَينِ بعازِلٍ. اِغرِزْ طَرَفًا مُعرًّى في شَقٍّ وطَرَفًا مُعرًّى منَ السِّلْكِ الآخرِ في الشَّقِّ الآخرِ. اِغرِزْ في كلِّ شَقٍّ قِطعةَ نُقودٍ مَعدِنيّةً لتَثبيتِ السِّلْكِ في مَوضِعِهِ. تأكَّدْ أنّ قِطعتَي النُّقودِ مَصنوعتانِ من مَعدِنَينِ مُختلِفَينِ.

**3** ضَعِ الطَّرَفَ السّائبَ من كلِّ سِلْكٍ في فَمِكَ، واحْرِصْ على ألّا يَتماسَّ السِّلْكانِ. هل تَشعُرُ بشيءٍ؟

## مِفتاح خافِت

اِتّبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ في ص 11 لتُشكِّلَ دارةً مُنقطِعةً. صِلِ الدّارةَ برَصاصِ قَلَمِ رَصاصٍ لَيّنٍ. هل تتوهّجُ اللّمبةُ ؟

**اللّوازم**

10

- بطّاريّة 1,5 ف، قياس أأ
- لَمبة صغيرة
- ثلاثةُ أسلاك
- رَصاصُ قَلَمِ رَصاص
- شَريط لاصِق



**ماذا يَحدُثُ إذا نوّعتَ طول الرَّصاص بين السِّلْكين ؟**

### ماذا حَدَثَ ؟

إذا تَنوَّعَ طولُ رَصاصِ القَلَمِ بين السِّلْكَين، يَتغيَّرُ سُطوعُ اللَّمبةِ. ذلك أنّ الكهرباءَ تَجِدُ صُعوبةً في السَّرَيانِ في الرَّصاص. فكلّما كان الرَّصاصُ أطولَ كانتِ البطّاريّةُ بحاجةٍ إلى قُلطيّةٍ أعلى لدَفْعِ الكهرباءِ في الدّارةِ. لذا تَقِلُّ القُلطيّةُ التي تَصِلُ إلى اللّمبةِ وتَجعلُها تتوهّجُ.

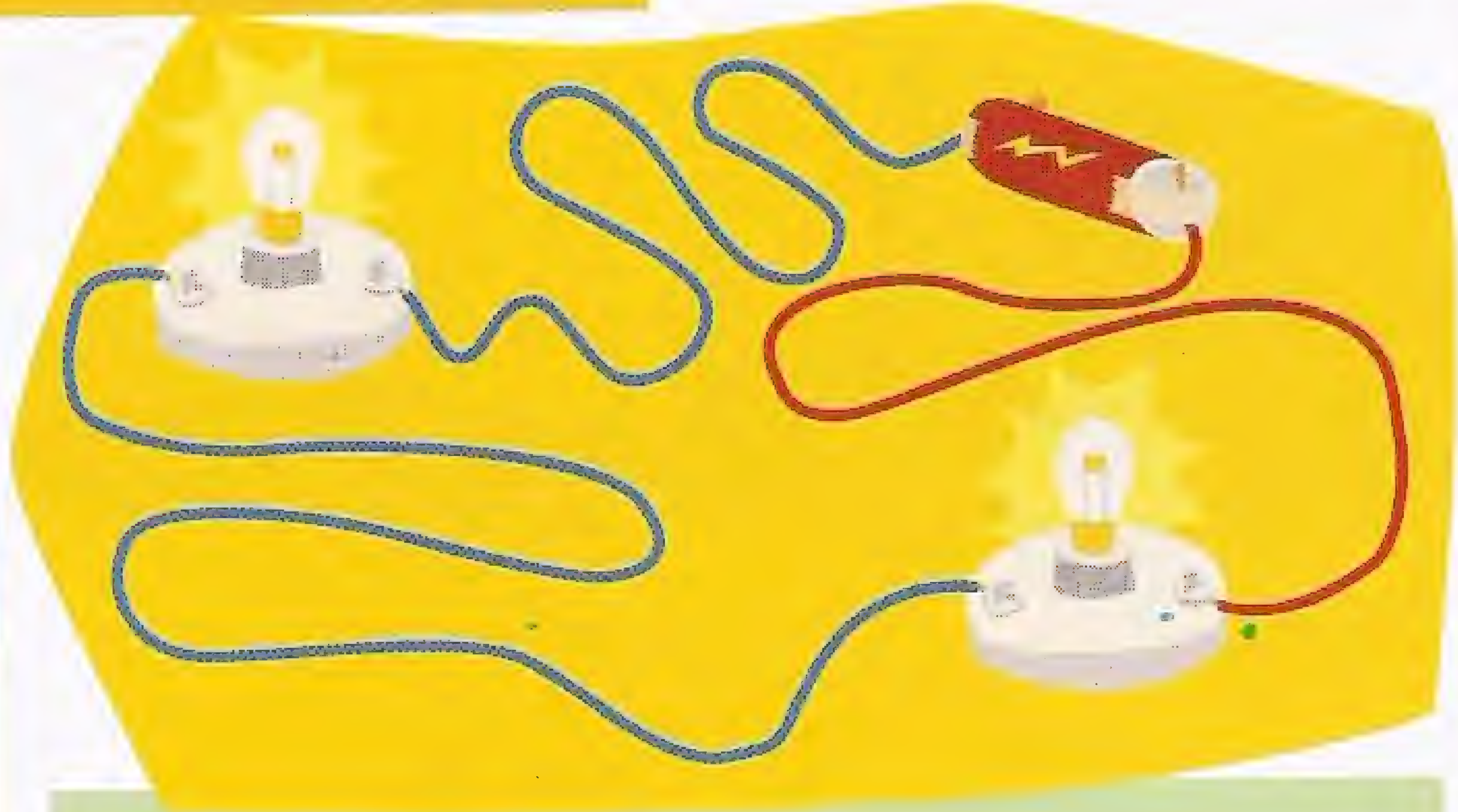
## أَسلِكْ لَمبتَين

اِتّبِعِ الخُطوتَينِ 1 و2 مِنَ التَّجربةِ في الصَّفحةِ السّابقةِ لتُضيءَ لَمبتَينِ. الآن اسْتبدِلْ بالأسلاكِ القصيرةِ أسلاكًا طويلةً جدًّا. هل يُغيِّرُ ذلك من سُطوعِ اللّمبتَينِ.

**اللّوازم**

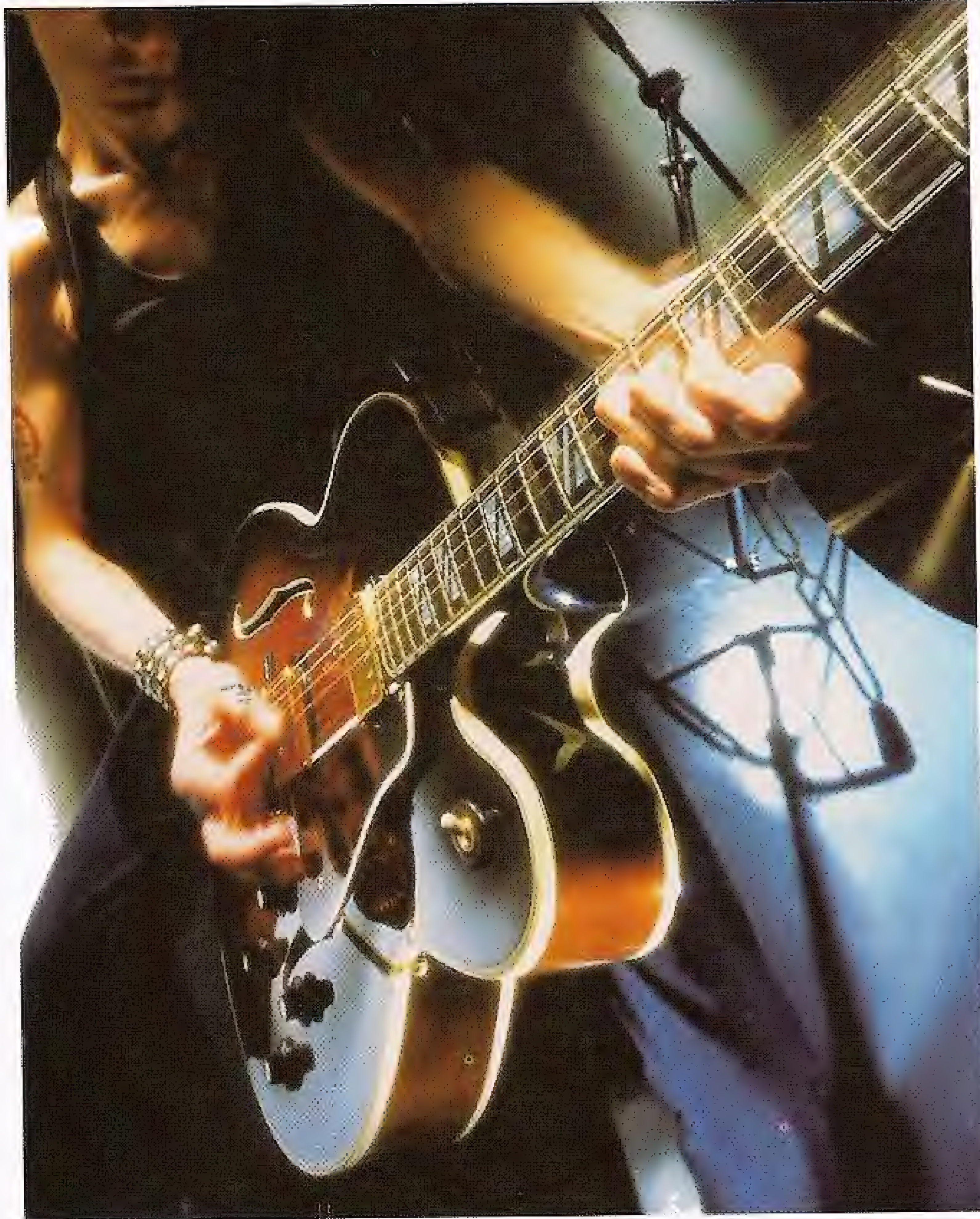
10

- بطّارية 1,5 ف، قياس أأ
- لَمبتانِ صغيرتانِ
- ثلاثةُ أسلاك قصيرة
- ثلاثةُ أسلاك طويلة جدًّا
- شَريط لاصِق



### ماذا حَدَثَ ؟

عندما تَجعَلُ الأسلاكَ في الدّارةِ طويلةً، يَكادُ سُطوعُ اللّمبتَينِ ألّا يتغيَّرَ أبدًا. ذلك أنّ الكهرباءَ تَسري في الأَسلاكِ بسُهولةٍ. مهما كان طولُ الأسلاكِ، فإنّ القُلطيّةَ المُستهلَكةَ لدَفْعِ الكهرباءِ فيها قليلةٌ جدًّا.



### غيتار كهربائيّ

مِفتاحُ جَهارةِ الصَّوتِ في هذا الغيتارِ الكهربائيِّ يَعمَلُ على المبدأ نَفْسِهِ الذي تَعمَلُ عليه تَجربةُ المِفتاحِ الخافِتِ في أعلى هذه الصَّفحةِ. عندما تُشغِّلُهُ تُقرِّبُ بين سِلْكَينِ وتُباعِدُ بينهما، على طولِ قِطعةٍ مِنَ الغرافيتِ أو الرَّصاصِ الأسودِ وهي المادّةُ نَفْسُها المُستخدَمةُ في أقلامِ الرَّصاصِ. وهذا يؤدّي إلى تَنوُّعِ القُلطيّةِ المُتوافِرةِ لمُكبِّرِ الصَّوتِ. وعندما يَتلقّى مزيدًا مِنَ القُلطيّةِ يُصدِرُ صَوتًا أعلى.

# دَفْع أَشَدّ

على البطّاريّةِ أن تَدفَعَ الكهرباءَ في مدارِ الدّارةِ كلِّها. إذا كان في الدّارةِ أجزاءٌ عديدةٌ تَجِدُ الكهرباءُ صُعوبةً في اجْتِيازِها، مثلًا أن يكونَ في الدّارةِ أسلاكٌ رفيعةٌ عدّةٌ، يكونُ التّيّارُ الكهربائيُّ الذي تولِّدُهُ البطّاريّةُ المُستخدَمةُ ضعيفًا. لتَوليدِ تيّارٍ أقوى في الدّارةِ نَفْسِها، تَحتاجُ إلى اسْتخدامِ بطّاريّةٍ تُعطي الإلِكْترونات دَفعًا أَشَدَّ. تُقاسُ قوّةُ كهرباءِ البطّاريّةِ بالفُلْطِ (ف). على سَبيلِ المِثالِ، إنّ بطّاريّةَ 9 ف هي أقوى دَفعًا بِستِّ مرّاتٍ من بطّاريّةِ 1,5 فلط.

هل بطّاريّة الـ 9 ف تجعَلُ اللّمبة أشَدَّ سُطوعًا؟



## سِلسِلةُ لَمبات

أُنظُرْ ما يَحدُثُ عندما يكونُ على البطّاريّةِ أن تَدفعَ التّيّارَ عَبرَ أكثرَ من لَمبةٍ واحدةٍ.

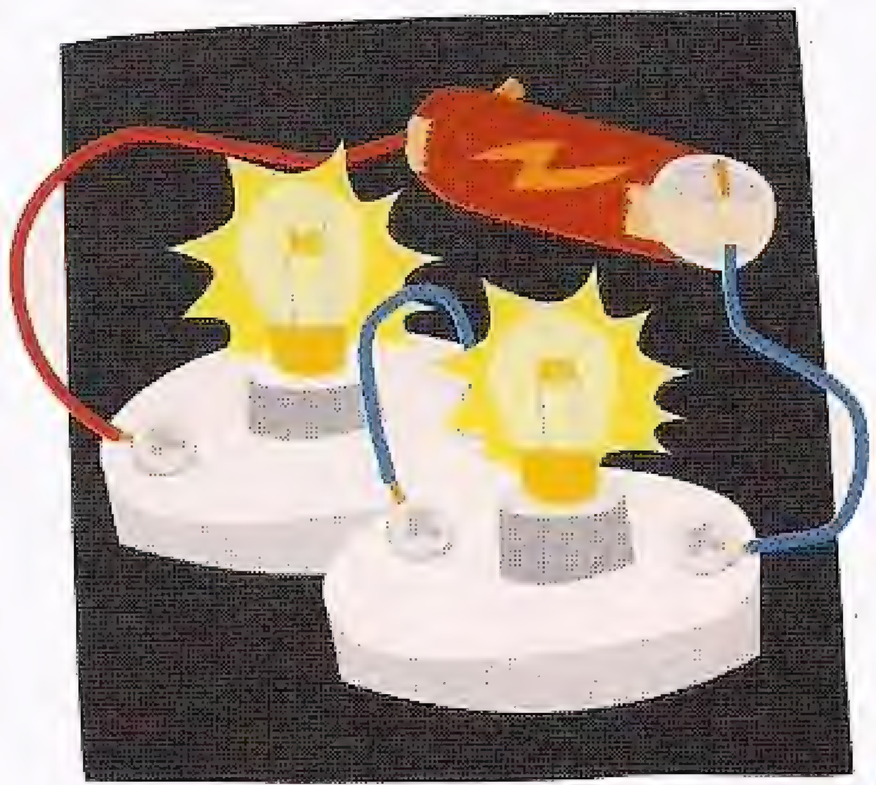
**اللّوازم**

15

- بطّاريّة 1,5 فلط
- بطّاريّة 9 فلط
- لَمبات صغيرة لا يَزيدُ عَدَدها عن خمس (لا تَتجاوزُ قوّةُ اللّمبة 3 ف أو 4,5 ف)
- أسلاك لا يَزيدُ عَدَدها عن ستّة
- شَريط لاصِق



**1** اِتّبِعْ خُطواتِ تَجربةِ ص 10 لتَجعَلَ لَمبةً تَتوهَّجُ. تأكَّدْ أنّ اللّمبةَ تَتوهَّجُ ثمّ حاوِلْ تَذكُّرَ شدّةِ سُطوعِها.



**2** أَضِفْ إلى الدّارةِ لَمبةً أُخرى، كما تَرى. هل تَتوهَّجُ اللّمبتانِ؟ ما مدى سُطوعِهِما؟



**3** أَضِفْ إلى الدّارةِ لَمباتٍ أُخرى. ماذا يَحدُثُ لسُطوعِها؟ هل تَتوهَّجُ دائمًا؟

**4** حين يكونُ في دائرتِكَ ثلاثُ لَمباتٍ أو أربع اِستبدِلْ بلَمبةِ الـ 1,5 ف لَمبةَ 9 ف وانظُرْ ما يَحدُثُ.

### ماذا حَدَثَ؟

إذ تَضَعُ في الدّارةِ مزيدًا منَ اللّمباتِ، يَتضاءَلُ تَوهُّجُ كلٍّ منها. ذلك أنّ على اللّمباتِ أن تَتشارَكَ في فلطيّةِ البطّاريّةِ. على البطّاريّةِ أن تَستخدِمَ بعضَ فلطيّتِها لدَفعِ الكهرباءِ في كلٍّ منَ اللّمباتِ. ويَضعُفُ التّيّارُ مع كلِّ لَمبةٍ تُضافُ. وإذا ما أُضيفَ العديدُ منَ اللّمباتِ، يَضعُفُ التّيّارُ كثيرًا، ولا يَعودُ قادرًا على إضاءةِ اللّمباتِ. بطّاريّةُ الـ 9 ف تَدفعُ تيّارًا أقوى عبرَ الدّارةِ لذا تُضيءُ عَدَدًا أكبرَ منَ اللّمباتِ.

## تُحفة مُشِعّة

إعمَلْ في الوَرَقةِ فُتحتَينِ بحيث تَبرُزُ منهما اللّمبتانِ عندما تُغطّي بها الدّارةَ. صَمِّمْ صورةً مُلوَّنةً يكونُ للّمبتَينِ دَورٌ فيها، ثمّ أَلصِقِ الصّورةَ على دارتِكَ. ثَبِّتِ اللّمبتَينِ في مَوضعِهِما بلَصوقٍ، وقِفْ مُتأمِّلًا تُحفتَكَ المُشِعّةَ!

20

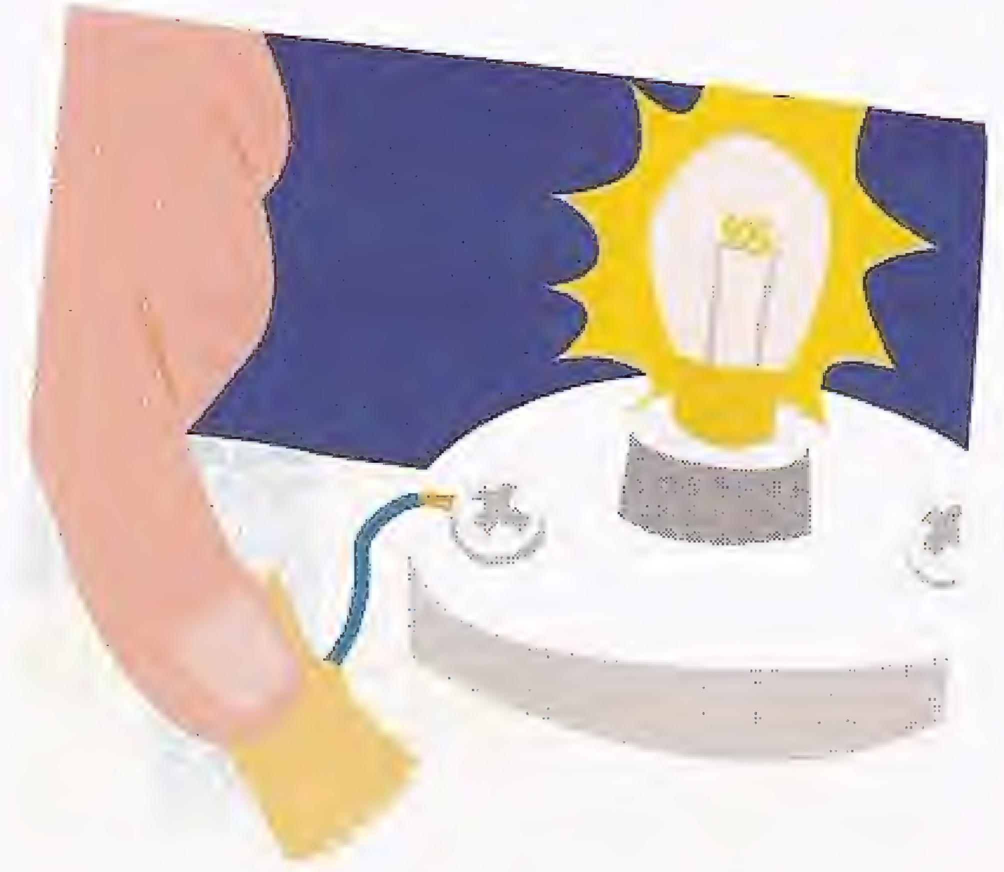
### اللّوازم

- الدّارة التي صَنَعتَها في تَجربة الصَّفحة السّابقة
- لَصوق
- ورقة سميكة نحو 15 سم × 20 سم

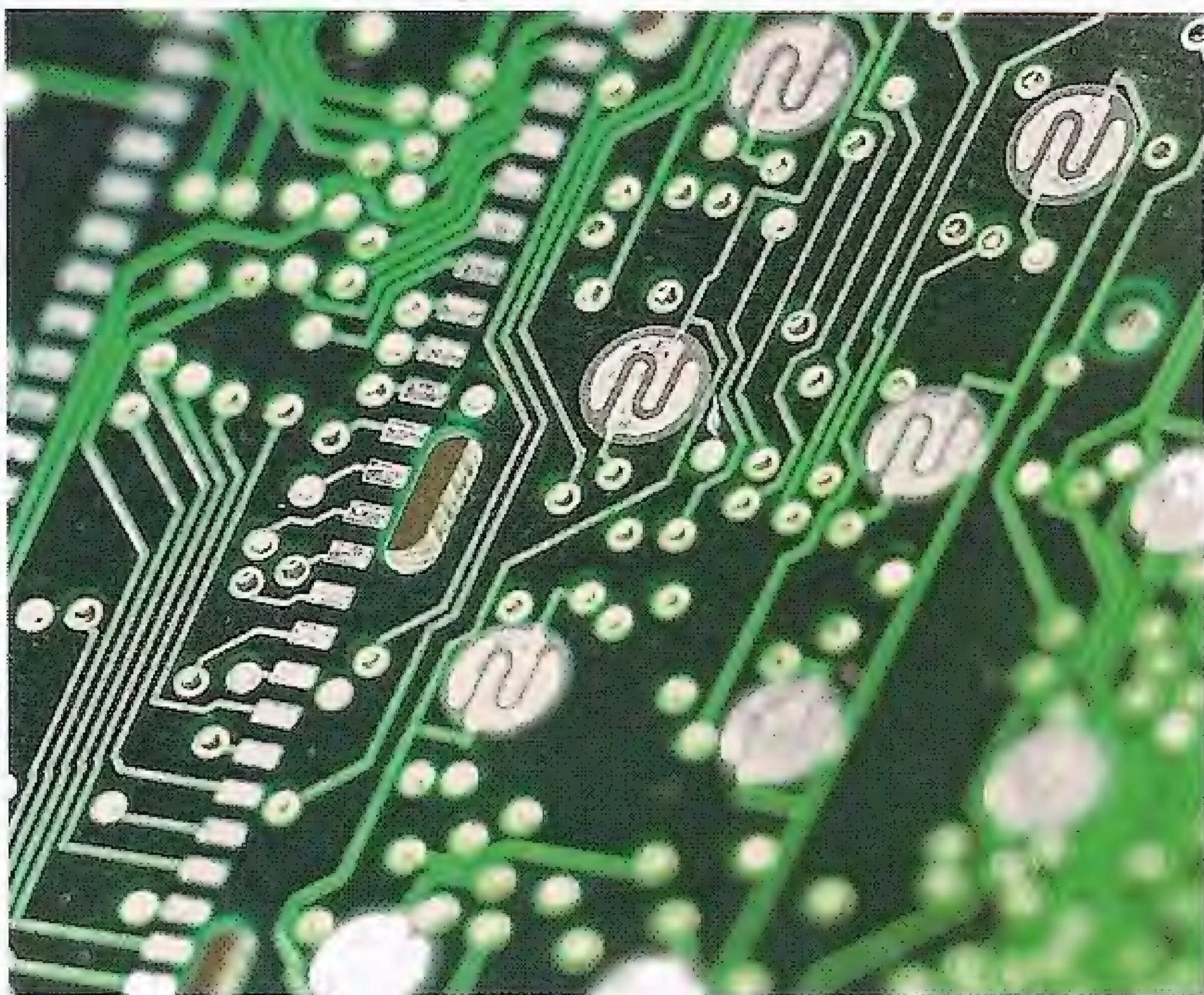


### ماذا حَدَثَ؟

دارتُكَ مُنبسِطةٌ تمامًا، فأَمكنَكَ إلْصاقُها على ظَهرِ صورةٍ. إذا شِئْتَ يُمكِنُكَ أن تُركِّبَ مِشبَكَ وَرَقٍ مَعدِنيًّا يكون مِفتاحًا بين البطّاريّةِ ولَوحةِ الدّارةِ بحيث تُضيءُ صورتَكَ وتُطفِئُها على هَواكَ (أُنظُرْ ص 11 لتَذكيرِكَ كيف تَفعَلُ ذلك).



4 إستخدِمْ أسلاكًا فِعليّةً قصيرةً وأَشرِطةً لاصِقةً لتَصِلَ اللّمبتَينِ والبطّاريّةَ بأَشرِطةِ وَرَقِ الأَلمنيوم. تَفحَّصْ ما إذا كانتِ اللّمبةُ تَتوهّجُ.



### أُنظُرْ! لا أسلاك

لَوحةُ الدّارةِ المَطبوعةُ هذه مَصدَرُها داخلُ جهازِ تَحكُّمٍ بُعاديٍّ تلفزيونيٍّ. ليس في مثلِ هذه الأدواتِ إلّا القليلُ جدًّا منَ الأسلاكِ الفِعليّةِ، إذ إنّ الدّارةَ المُلصَقةَ على اللّوحِ هي في سُمْكِ طبقةِ دِهانٍ أو أَسمَكُ قليلًا.

### ماذا حَدَثَ؟

صَنَعتَ دارةً مُنبسِطةً تمامًا إذ اسْتخدَمْتَ أَشرِطةَ وَرَقِ أَلمنيوم بدلَ أسلاكٍ عاديّةٍ. وَرَقُ الأَلمنيوم يُوصِّلُ الكهرباءَ كما تُوصِّلُها الأسلاكُ العاديّةُ تمامًا. لَوحُ الكَرتونِ يَدعَمُ الدّارةَ ويَجعَلُها أكثرَ تماسُكًا ويُساعِدُ في تَثبيتِ كلِّ شيءٍ في مكانِهِ.

# عَمَل مُرتَّب



لا يَلزَمُ أن تكونَ الدّارةُ سميكةً وضخمةً. في الواقعِ، بإمْكانِكَ أن تَصنَعَ دارةً تكونُ أسلاكُها في رِقّةِ الوَرَقِ. مثلُ هذه الدّارةِ يُمكِنُ حَشْرُها في أَضيَقِ مكانٍ – مثلًا داخلَ جهازِ كومبيوتر أو داخلَ راديو.

## نَظرة إلى الماضي

### مُدهِشات صغيرة

تَغيَّرَتِ الكومبيوتراتُ تَغيُّرًا مُذهِلًا منذ أواسطِ السَّبعيناتِ منَ القرنِ العشرينَ، أوّلَ ما ظَهرَتِ الشَّرائحُ الصُّغريّةُ. لم تَكُنِ الشَّريحةُ الواحدةُ تزيدُ حَجمًا على حَجْمِ طابَعٍ بَريدٍ وكانت تَحتوي على أُلوفِ الأسلاكِ، مُنمَّشةً، أو مَحفورةً، على شَريحةِ سِليكون. كانت أجهزةُ الكومبيوتر، قبل الشَّرائحِ الصُّغريّةِ، تُصنَعُ من داراتٍ ضَخمةٍ فكانت مُرتفِعةَ الثَّمنِ وهائلةَ الحَجْمِ. وكان الكومبيوترُ الواحدُ الذي لا تَتجاوَزُ قُدرتُهُ كومبيوترًا عَصريًّا يَدَويًّا، منَ الضَّخامةِ بحيث يَشغَلُ حَيِّزًا يوازي غُرفةً واسِعةً!



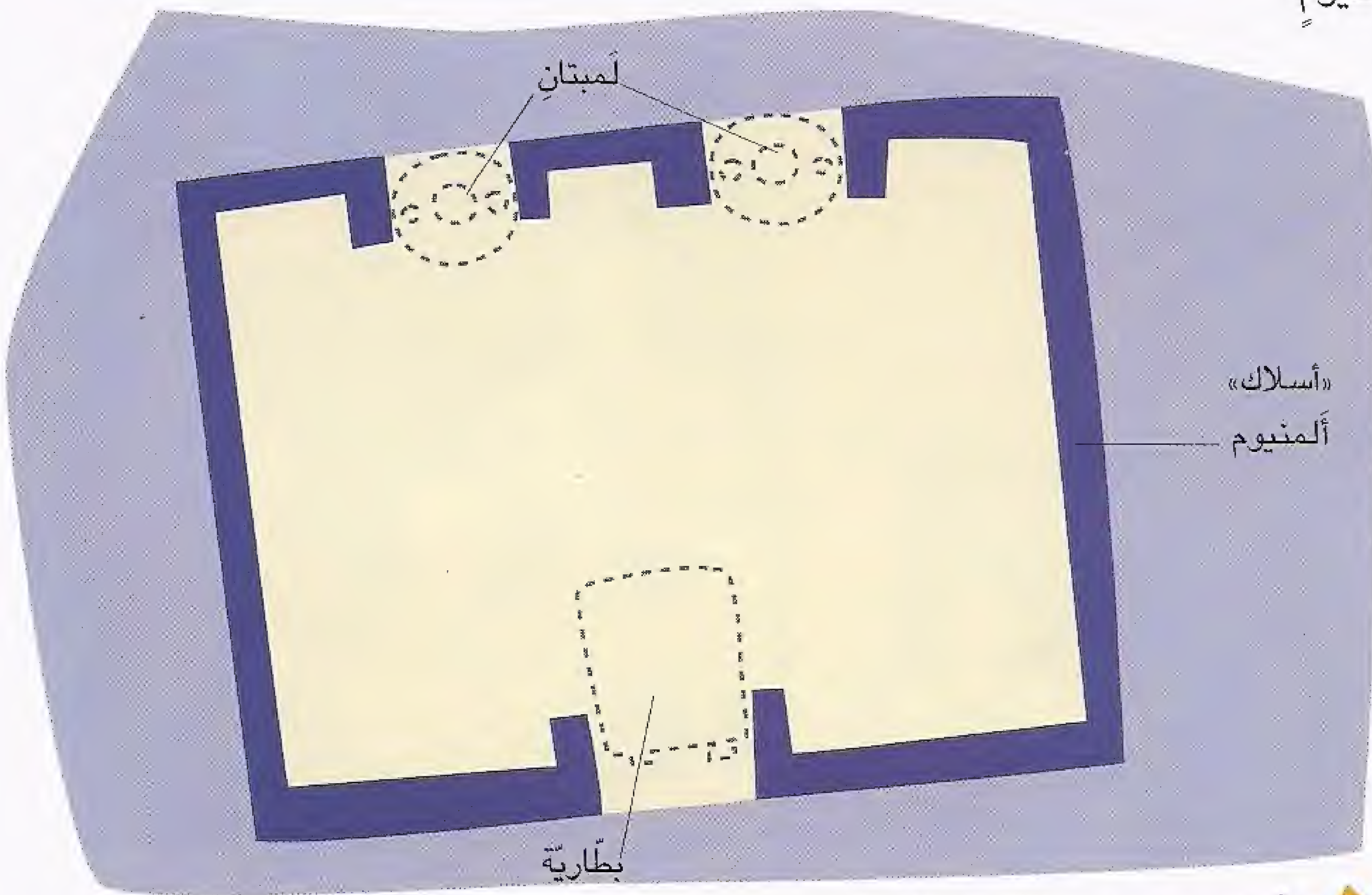
## لَوحُ الدّارات

باسْتطاعتِكَ أن تَصنَعَ دارةً مُسطَّحةً حقيقيّةً يُمكِنُ تَحويلُها إلى صورةٍ مُدهِشةٍ مُستخدِمًا وَرَقَ ألمنيومٍ.

20

**اللّوازم**

- وَرَقةُ ألمنيوم
- رُقعةُ كَرتون شديدة (نحو 15 سم x 20 سم)
- بطّاريّة 9 ف
- لَمبتانِ صغيرتانِ (لا تَتجاوَزُ فُلطيّتهما 3 ف أو 4,5 ف)
- غِراء وشَريط لاصِق
- أسلاك قصيرة عازلة
- مِقَصّ

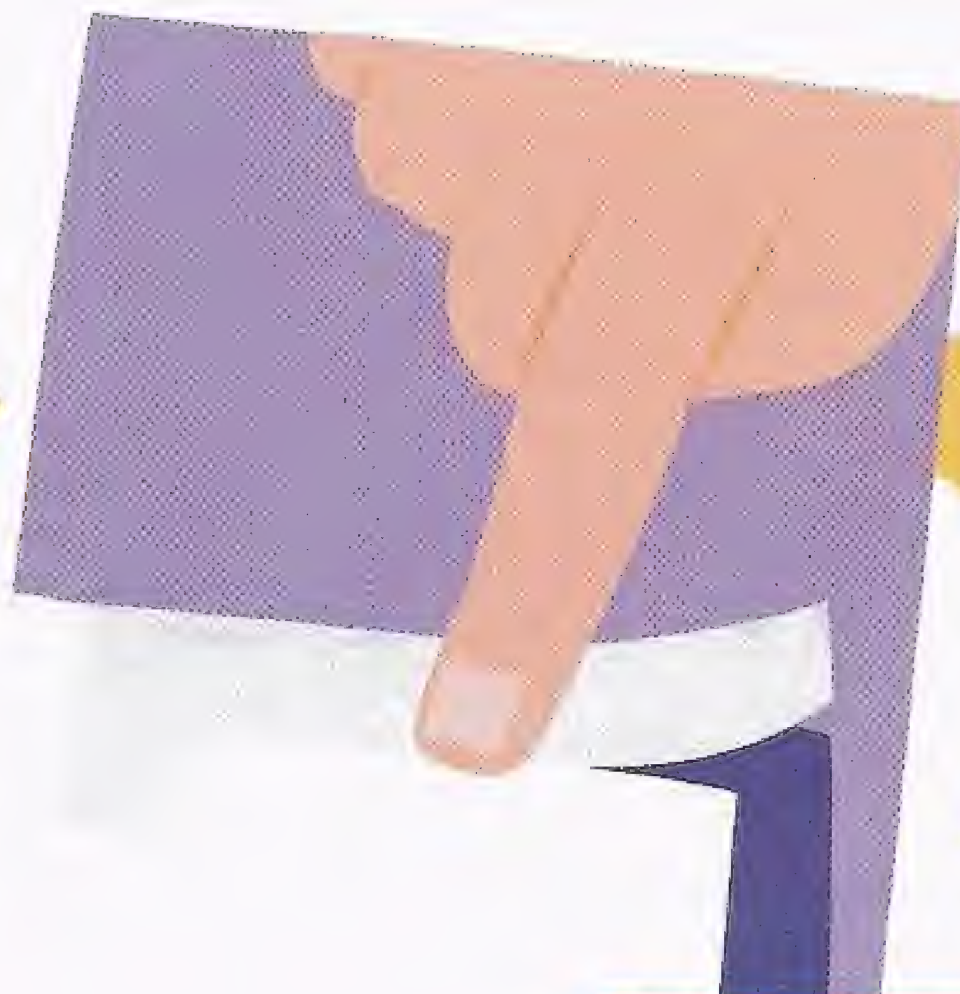



**2** أُرسُمْ هذا النَّموذجَ على رُقعةِ الكَرتونِ. هذا هو تَصميمُ دارتِكَ.



**1** فَصِّلْ من وَرَقِ الألمنيوم أشرِطةً مُتقَنةً، بِعَرضِ نحوِ 2 سم وطولِ نحوِ 15 سم.

ما الذي يُوصِّل الكهرباء في لَوحِ الدّارة الذي صَنعتَه؟



**3** ألصِقْ أشرِطةً من وَرَقِ الألمنيوم على أجزاءٍ منَ التَّصميمِ لتكونَ بديلًا عن أسلاكٍ فِعليّةٍ.

## مِفتاحُ قَطْعٍ ووَصْل

اِتْبَعِ الخُطوتَين 1 و 3 في تَجربةِ سُلَّمِ الأضواءِ في الصَّفحةِ السّابقةِ لِتَبنيَ دارةً تُضيءُ لَمبتَينِ على التَّوازي. الآن اقطَعْ سِلْكًا يَصِلُ كلًّا مِنَ اللَّمبتَينِ بالبَطّاريّةِ. صِلْ كلًّا من الانقطاعَينِ في الدّارةِ بِمِشبَكِ وَرَقٍ. في ص 11 إرشاداتٌ لهذا الغَرَضِ.



**اللّوازم**

- بطّاريّة 1,5 ف، قياس AA
- لَمبتا مِصباحٍ يَدَويّ صغيرتانِ (لا تتجاوزُ فلطيّتهما 3 ف أو 4,5 ف)
- سِلْكانِ قصيرانِ
- سِلْكانِ طويلانِ
- مِشبكا وَرَق
- شَريط لاصِق

**هل بإمْكانِكَ أن تَستخدِمَ مِشبَكَي الوَرَقِ لتُضيءَ اللَّمبتَينِ وتُطفِئَهُما؟**



### ماذا حَدَثَ ؟

بإمْكانِكَ أن تُضيءَ أو تُطفِئَ أيًّا مِنَ اللَّمبتَينِ، من غيرِ أن تَتأثَّرَ الأُخرى. ما عليكَ إلّا أن تَضغَطَ على مِشبَكِ الوَرَقِ المَوصولِ باللَّمبةِ. ذلكَ أنّ اللَّمبتَينِ مَوصولتانِ على التَّوازي. كلٌّ مِنَ المِفتاحَينِ، أي المِشبَكَينِ الوَرَقيَّينِ، مَوصولٌ على التَّوازي مع إحدى اللَّمبتَينِ لا مع كِلتَيهِما.

## نَظرة إلى الماضي

### أضواءُ الزّينة الصَّغيرة المُلوَّنة

أوّلُ أضواءِ الزّينةِ ظَهرَت في الأسواقِ في أواخرِ القرنِ التّاسعَ عَشَرَ. وكانت مَوصولةً على التَّوازي، على عكسِ أضواءِ اليوم المَوصولة على التَّوالي. وكان لذلك أهمّيّتُهُ لأنّ لَمباتِ ذلك الزَّمانِ كانت سريعةَ العَطَبِ. فإذا توقّفَت واحدةٌ منها كانتِ اللَّمباتُ الأُخرى تَستمِرُّ شغّالةً.



### ناطِحاتُ السَّحاب

ناطِحةُ السَّحابِ هذه والتي تَعلو 40 دَورًا تُضيئُها أُلوفُ الأضواءِ المَوصولةِ على التَّوازي. الأضواءُ في كلِّ دَورٍ تُشكِّلُ فَرعًا مُختلِفًا في دارةٍ كبيرةٍ مَوصولةٍ على التَّوازي. عندما يَتفقَّدُ الحُرّاسُ المَبنى لَيلًا، بإمْكانِهِم أن يُطفِئوا كلًّا من فُروعِ الدّارةِ على نحوٍ مُستقِلٍّ، ممّا يَسمَحُ بأن يُضيئوا دَورًا واحدًا، إذا شاؤوا، تَوفيرًا في الكهرباءِ.

# دارات مُتفرِّعة

لا يَلزَمُ أن تتشكَّلَ الدّارةُ من حَلْقةٍ واحدةٍ فقط. أحيانًا نَحتاجُ أن يكونَ لها فَرعانِ مُنفصِلانِ أو ثلاثةٌ. نُسمّي الدّارةَ التي تكونُ أجزاؤُها مَوصولةً الواحد تِلوَ الآخرِ دارةً متواليةً. ونُسمّي الدّارة التي تكونُ أجزاؤُها مَوصولةً الواحد عبر الآخرِ، أي على نحوٍ مُتوازٍ، دارةً مُتوازيةً. عندما تكونُ اللَّمباتُ مَوصولةً على نحوٍ مُتوازٍ، يَسهُلُ وَصْلُها أو قَطْعُها مُستقِلّةً إحداها عن الأُخرى.

## سُلَّم منَ الأضواء

أُنظُرْ ما يَحدُثُ عندما تَصِلُ اللَّمباتِ معًا على شكلِ دَرَجاتِ السُّلَّمِ، أي على نحوٍ مُتوازٍ.



### اللَّوازم

15

- بطّاريّة 1,5 ڤ، قياس أأ
- لَمبتا مِصباح يَدَويّ صغيرتانِ (لا تَتجاوَزُ فُلطيّتهما 3 ڤ أو 4,5 ڤلط)
- سِلْكانِ قصيرانِ
- سِلْكانِ طويلانِ
- شَريط لاصِق
- مِقَصّ



1 إتّبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ في ص 10 لتُضيءَ لَمبةً. إستخدِمْ سِلْكَينِ قصيرَينِ جدًّا لتَصِلَ اللَّمبةَ إلى البطّاريّةِ. تَفحَّصِ اللَّمبةَ لتتأكَّدَ من توهُّجِها.



2 إستخدِمْ سِلْكَينِ أطوَلَ قليلًا لتَصِلَ لَمبةً أُخرى بين طَرَفَي توصيلِ البطّاريّةِ. هل تَتوهَّجُ اللَّمبتانِ كِلتاهُما؟



3 أُطلُبْ من راشدٍ أن يَقطَعَ أحدَ الأسلاكِ في دارتِكَ. بِمَ يَتسبَّبُ ذلك لإحدى اللَّمبتَينِ؟

### ماذا حَدَثَ؟

هذه الدّارةُ تُضيءُ اللَّمبتَينِ كِلتَيهِما. ذلك أنّ كلَّ لَمبةٍ هي جُزءٌ من حَلقتِها المُكتمِلة. فاللَّمبتانِ مَوصولتانِ على التَّوازي. الكهرباءُ يُمكِنُ أن تَسريَ في الحَلْقتَينِ في الوقتِ نَفْسِهِ. تَخرُجُ منَ البطّاريّةِ، عبر اللَّمبتَينِ، ثمّ تَعودُ إلى البطّاريّةِ ثانيةً. عندما تَقطَعُ سِلْكًا يَصِلُ إحدى اللَّمبتَينِ إلى البطّاريّةِ، فأنت تُطفِئُ تلك اللَّمبةَ. على أنّه لا تكونُ قد قَطَعتَ حَلْقةَ اللَّمبةِ الأُخرى، فتَستمِرُّ اللَّمبةُ بالتَّوهُّجِ.

## موادّ مِغنَطيسيّة

بإمْكانِكَ أن تُميِّزَ الموادَّ المِغنَطيسيّة ، أي التي يَجذِبُها المِغنَطيسُ ، بأن تُحاوِلَ أن تَجتذِبَ به أشياءَ مُختلِفةً ممّا في المنزلِ . إنتبِهْ إلى أنّ المَغانِطَ تُتلِفُ أقراصَ الكومبيوترِ اللّيّنةَ وأشرطةَ التّسجيلِ وأجهزةَ التّلفزيونِ والكومبيوتر ، لذا احْرِصْ على إبعادها عن ذلك كلِّهِ .



### اللّوازم

10

- مِغنَطيس
- أشياءُ مَصنوعة من موادَّ مُختلِفة مثل مِلعَقة خَشَبيّة ومَشابِكِ وَرَق مَعدِنيّة ووَرَقِ ألمنيوم وغِطاءِ قَلَم پلاستيكيّ، ومِمحاة ومِفتاح ونُقود مَعدِنيّة وحَجَر وعُلبة شَراب فوّار وبُريكةِ ماء ووَرَقة.

### ماذا حَدَثَ ؟

لا يَنجذِبُ إلى المِغنَطيسِ إلّا الأجسامُ المَصنوعةُ منَ الحديدِ أو النّيكلِ. قد تَجِدُ هاتَينِ المادّتَينِ في بعضِ النُّقودِ المَعدِنيّةِ أو المَفاتيحِ التي اختَبَرتَها. ليس للمِغنَطيسِ تأثيرٌ على أشياءَ مثلِ المِلعَقةِ الخَشَبيّةِ والمِمحاةِ لأنّهما لا يَحتويانِ على حديدٍ أو نيكلٍ. للسَّبَبِ نَفْسِهِ لا يؤثِّرُ المِغنَطيسُ على وَرَقِ الألمنيومِ.

## فارِزُ العُلَب

بإمْكانِكَ أن تَستخدِمَ مِغنَطيسَكَ لفَرْزِ العُلَبِ المَصنوعةِ منَ الفولاذِ أو النّيكلِ لإعادةِ تدويرِها . إستخدِمْ خَيطَ دوبارةٍ وشَريطًا لاصِقًا لتُدلّيَ مِغنَطيسَكَ من أسفلِ كُرسيٍّ . تأكَّدْ أنّ المِغنَطيسَ يَعلو نحوَ 10 سم عن الأرضِ . دَحرِجْ عُلَبَكَ تحتَ المِغنَطيسِ ، الواحدةَ بعدَ الأُخرى . هل تَمُرُّ العُلَبُ كلُّها تحتَ المِغنَطيسِ مُرورًا سَلِسًا ؟

### اللّوازم

10

- عُلَب شَراب وطعام فارِغة
- مِغنَطيس
- خَيط دوبارة
- كُرسيّ خَشَبيّ
- شَريط لاصِق



### ماذا حَدَثَ ؟

تَتدحرَجُ عُلَبُ الألمنيوم تحتَ المِغنَطيسِ دون عائقٍ. أمّا العُلَبُ الفولاذيّةُ فتتباطأُ، بل قد تَتوقّفُ كلّيّةً وتَلتصِقُ بالمِغنَطيسِ. ذلك أنّ الفولاذَ مادّةٌ مِغنَطيسيّةٌ. في مَراكِزِ فَرْزِ الفَضَلاتِ، كثيرًا ما تُفرَزُ العُلَبُ بتَمريرِها على حِزامِ نَقْلٍ أمامَ مَغانِطَ.



## تَحليق في الأعالي

سِدْلةُ جَناحِ الطّائرةِ تَرتفِعُ وتَنخفِضُ لتَوجيهِ الطّائرةِ. ويَتحكَّمُ بالسِّدْلةِ موتورٌ يَعمَلُ بمِغنَطيسٍ خاصٍّ. تُصنَعُ معظمُ المَغانِطِ منَ الحديدِ لكنّ مِغنَطيسَ موتورِ السِّدْلةِ يَدخُلُ في صُنْعِهِ الكثيرُ من مَعدِنٍ نادرٍ يُعرَفُ بالبورونِ. وهذا يَجعَلُ المِغنَطيسَ أشَدَّ قوّةً بكثيرٍ من المِغنَطيسِ العاديّ. ولا يُحتاجُ في تَحريكِ سِدْلةِ الجَناحِ إلّا إلى مِغنَطيسِ بورونٍ صغيرٍ. وهذا يُبقي الجَناحَ خفيفًا قَدْرَ الإمْكانِ.

# قوّة المِغنَطيس

تَتبايَنُ المَغانِطُ تَبايُنًا شديدًا في الحَجْمِ والشَّكلِ والقوّةِ، لكنّ لها خاصّتَينِ اثنتَينِ بالِغتَي الأهمّيّةِ - فهي تَجذِبُ إليها الأجسامَ المَصنوعةَ من حديدٍ أو نيكلٍ، وهي أيضًا تَجذِبُ غيرَها منَ المَغانِطِ أو تتنافَرُ معها.

للمَغانِطِ خَواصُّ مِغنَطيسيّةٌ تكونُ فيها عند استخراجِها منَ الأرضِ. وبعضُ المَغانِطِ مَصنوعةٌ من موادَّ غيرِ مِغنَطيسيّةٍ تَكتسِبُ مِغنَطيسيّتَها باستخدامِ الكهرباءِ. الحديدُ والنّيكلُ والموادُّ المُشابِهةُ والتي تَنجذِبُ إلى المَغانِطِ نُسمّيها موادَّ مِغنَطيسيّةً.

أين تَعلَقُ معظمُ الدَّبابيس في المِغنَطيس؟

## دَبابيسُ تَقفِزُ إليك

إذا أَوقَعَ أحدٌ دَبابيسَ أَسرِعْ إلى مُساعَدتِهِ والْتَقِطْ دَبابيسَهُ بمِغنَطيسٍ!

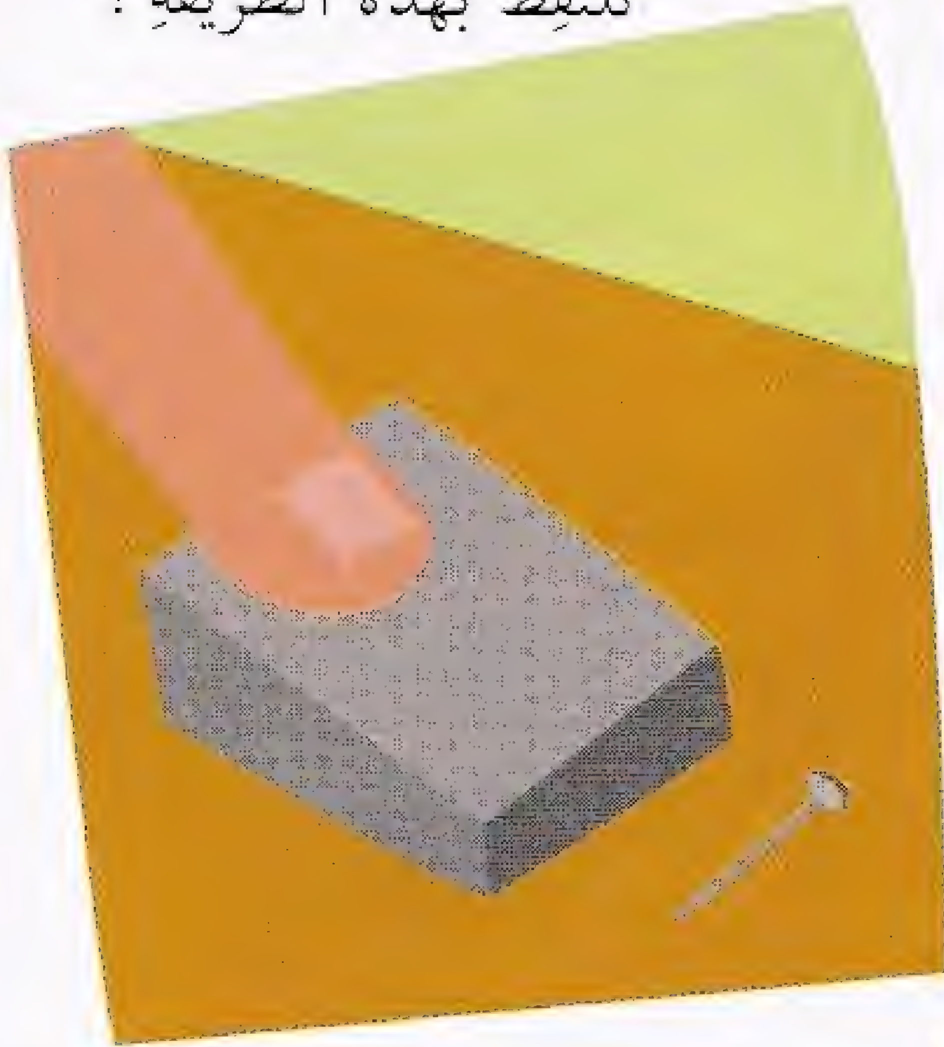
**اللّوازم** 5

- مِغنَطيس
- دَبابيسُ فولاذيّة



**1** قَرِّبْ مِغنَطيسَكَ من كَومةٍ صغيرةٍ منَ الدَّبابيسِ. هل بإمْكانِكَ أن تَلتقِطَها بمِغنَطيسِكَ؟

**2** حاوِلْ أن تَلتقِطَ بمِغنَطيسِكَ سِلسِلةً منَ الدَّبابيسِ، الواحدُ منها مُعلَّقٌ بالآخرِ. كم دَبّوسًا تَلتقِطُ بهذه الطَّريقةِ؟



**3** ضَعْ على الطّاولةِ دَبّوسًا ثمّ حَرِّكِ المِغنَطيسَ مُقرِّبًا إيّاه تدريجيًّا منَ الدَّبّوسِ. ماذا يَحدُثُ؟

**ماذا حَدَثَ؟**

تَلتصِقُ الدَّبابيسُ بالمِغنَطيسِ لأنّها مَصنوعةٌ منَ الفولاذِ، وهو مادّةٌ تَتركَّبُ في غالبِها منَ الحديدِ. فإذا كانت قريبةً منه تَنجذِبُ إليه. يكونُ جَذْبُ المِغنَطيسِ على أشُدِّهِ عند طَرَفَيهِ أو كما نَقولُ قُطبَيهِ وهناك تَعلَقُ أكثرُ الدَّبابيسِ. عندما يَلتصِقُ دَبّوسٌ بمِغنَطيسٍ، يُصبِحُ جُزءًا منَ المِغنَطيسِ نَفْسِهِ لذا يُمكِنُ أن يَلتقِطَ هو المزيدَ منَ الدَّبابيسِ. ولهذا يكونُ بإمْكانِكَ أن تَلتقِطَ سِلسِلةً منَ الدَّبابيسِ.



## العَنكَبوت الغامِض

### اللّوازم
10
- وَرَقة ومِقَص
- بطاقة كبيرة من الوَرَق المُقوّى الرَّقيق
- أقلام تلوين شَمْعيّة أو لَبّاديّة الرَّأس
- مِشبَكُ وَرَق فولاذيّ
- شَريط لاصق
- مِغنَطيس صغير

أُرسُمْ عَنكَبوتًا بطولِ نحوِ 5 سم وقَصِّلْه. الآن ألصِقْ إلى أسفلِ عَنكَبوتِكَ مِشبَكَ وَرَقٍ وضَعْهُ على بطاقةٍ. يُمكِنُكَ أن تَجعَلَهُ يَتحرَّكُ في الاتّجاهِ الذي تُريدُ بتَحريكِ مِغنَطيسٍ تُخفيهِ تحت البطاقةِ!



### ماذا حَدَثَ؟

إذا كانت قوّةُ مِغنَطيسِكَ كافيةً، فإنّه يَجذِبُ مِشبَكَ الوَرَقِ نحوه، حتّى مع وجودِ البطاقةِ التي تَفصِلُ بينهما. كلُّ من يُشاهِدُ هذه التَّجربةَ سيَرى العَنكَبوتَ الوَرَقيَّ يَتحرَّكُ بطريقةٍ غامضةٍ.



## أعلى منَ السِّكّة

القوّةُ المِغنَطيسيّةُ بين أسفلِ القِطارِ والسِّكّةِ تَجعَلُ هذا القطارَ يَعلو فوق السِّكّةِ ويَندفِعُ إلى الأمامِ. لا يَمَسُّ هذا القطارُ، ويُدعى مَغليف، في أثناءِ انْطِلاقِهِ السِّكّةَ تحته أبدًا. وهو يَنطلِقُ بهُدوءٍ يَفوقُ كثيرًا القطارَ العاديَّ.

## جَورَبانِ راقِصانِ

### اللّوازم
5
- مِغنَطيسانِ قَضيبيّانِ
- زَوج منَ الجَوارِب
- وَرَق

ضَعْ مِغنَطيسًا داخلَ كلٍّ منَ الجَورَبَينِ وعَلِّقْهُما ليَتدلّيا في الهواءِ. قَرِّبِ الجَورَبَينِ أحدهُما منَ الآخرِ وراقِبْهُما يَتراقَصانِ! لُفَّ حول كلٍّ منَ المِغنَطيسَينِ طَبقَتينِ منَ الوَرَقِ. هل لا تزالُ الحيلةُ شَغّالةً؟ الآن لُفَّ حول كلٍّ منَ المِغنَطيسَينِ عدّةَ طَبَقاتٍ منَ الوَرَقِ.



**كم بإمْكانِكَ أن تَلُفَّ حول المِغنَطيسَينِ من وَرَقٍ قبل أن يَتوقَّفَ الجَورَبانِ عن الرَّقْصِ؟**

### ماذا حَدَثَ؟

ما لم يَكُنِ المِغنَطيسانِ ضعيفَينِ للغايةِ، سيَتجاذَبانِ ويَتنافَرانِ حتّى وإن كانا مَلفوفَينِ بالجَورَبَينِ. طَبقَتانِ منَ الوَرَقِ لن تُضعِفا قوّتَهُما كثيرًا، لكنّ طَبَقاتٍ عدّةً تُضعِفُهُما. وكلّما كان المِغنَطيسانِ أقوى زادَ عَدَدُ طَبَقاتِ الوَرَقِ التي يُمكِنُ أن تَلُفَّهُما بها قبل أن يَتوقَّفَ الجَورَبانِ عن الرَّقْصِ.

# بـين القُطْبَـينِ

لكلِّ مِغنَطيسٍ قُطْبانِ مُتميِّزانِ. للتَّفريقِ بينهما، نُسمّيهما القُطْبَ الشَّماليَّ والقُطْبَ الجنوبيَّ - تَجِدُ المزيدَ عن ذلك في ص 34. تُسمّى مِنطَقةُ القوّةِ الجاذبةِ المُحيطةِ بالمِغنَطيسِ الحَقْلَ المِغنَطيسيَّ أو المجالَ المِغنَطيسيَّ. بإمْكانِكَ أن تَستخدِمَ المَغانِطَ لإحداثِ تَأثيراتٍ طريفةٍ.

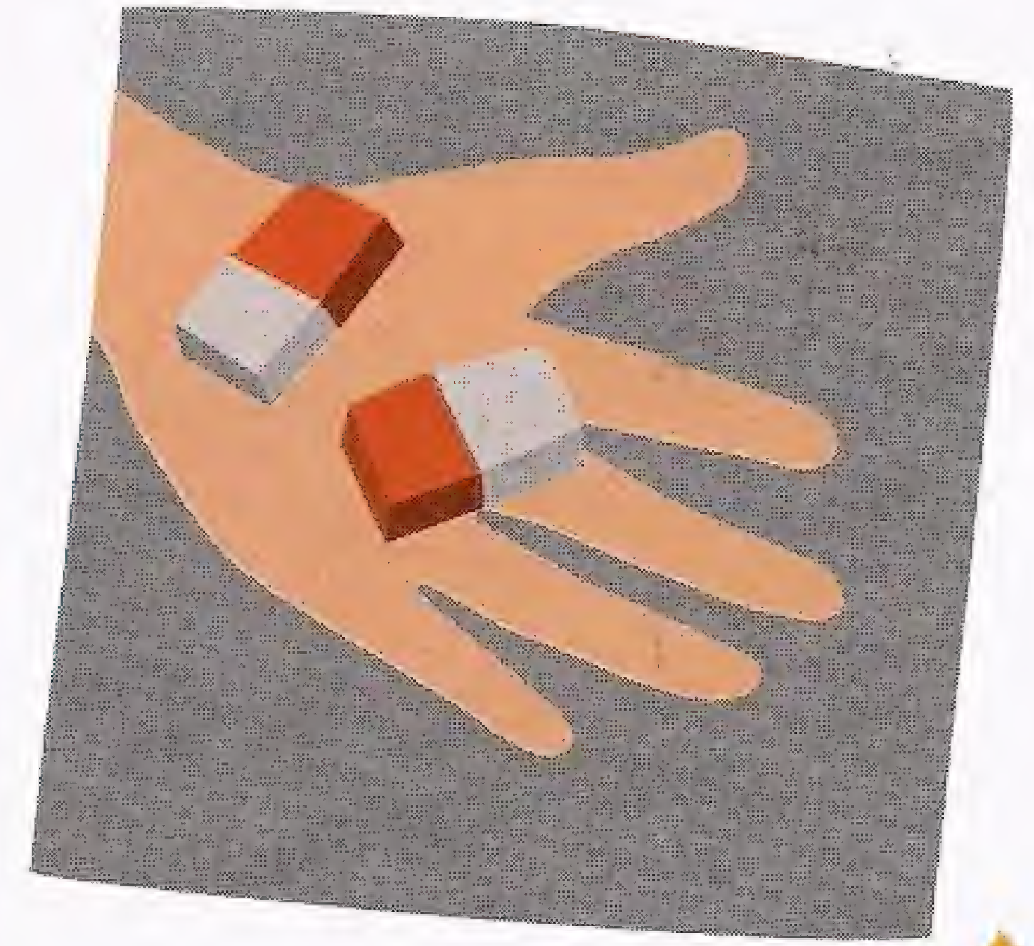
**أين تكونُ قوّةُ المِغنَطيسيّة بين المِغنَطيسَينِ على أشَدِّها؟**

اللَّوازم (5)

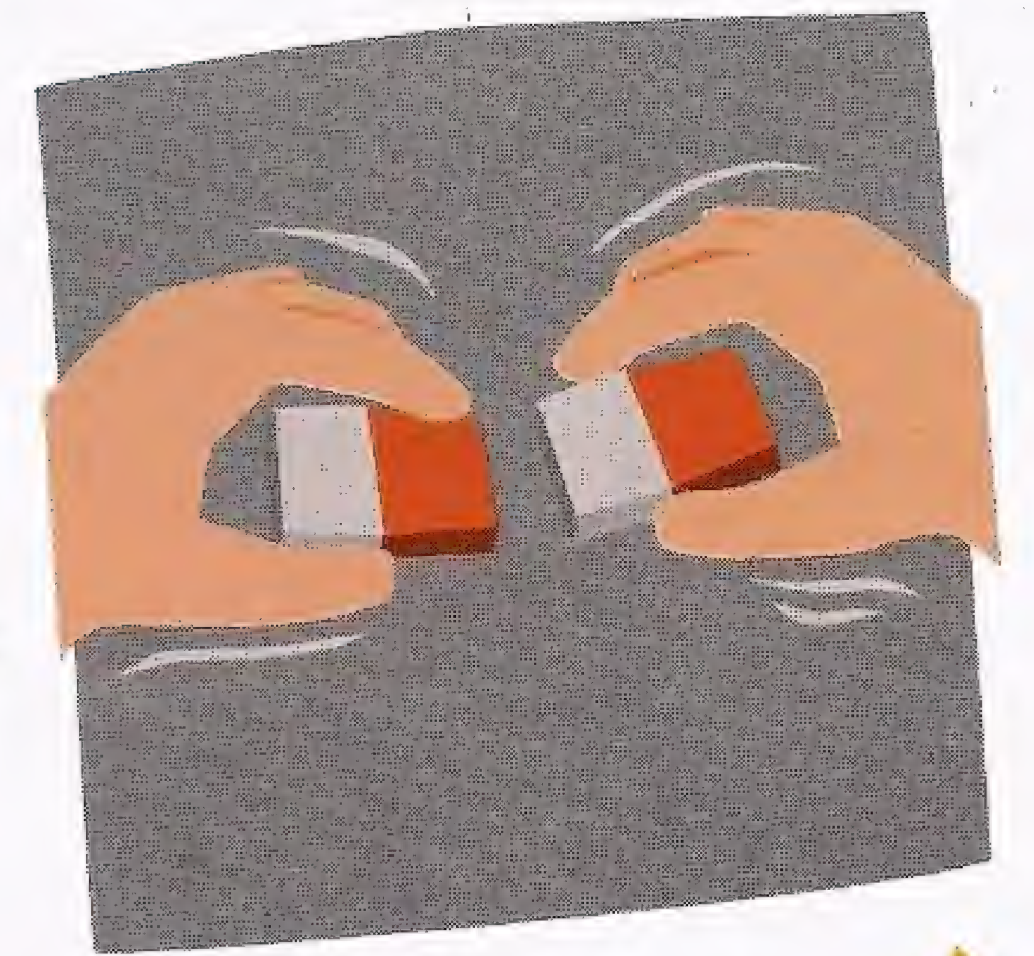
- مِسطَرة
- قَلَمُ رَصاص
- مِغنَطيسانِ قَضيبيّانِ

## الضِّدّانِ يَتجاذَبانِ

قد تكونُ القوّةُ بين قُطْبَي مِغنَطيسٍ وقُطْبَي مِغنَطيسٍ آخرَ منَ الشِّدّةِ بحيث تَشعُرُ بها.



1 أُنظُرْ بتَفحُّصٍ إلى مِغنَطيسَينِ قَضيبيَّينِ. يكونُ على طَرَفِ كلِّ قَضيبٍ طِلاءٌ للتَّمييزِ بين القُطْبَينِ. قد يكونُ الطَّرَفُ الواحدُ مُعلَّمًا بإشارةٍ تَدُلُّ على الشَّمالِ أو على الجنوبِ، أو يُكتفى بطِلاءِ كلٍّ من القُطْبَينِ بلَونٍ مُختلِفٍ.



2 قَرِّبْ قُطْبَينِ مُتقابِلَينِ منَ القَضيبَينِ أحدَهُما منَ الآخرِ. هل تَشعُرُ بالقوّةِ التي تَشُدُّ أحدَهُما إلى الآخرِ؟

3 أُبْرُمْ أحدَ المِغنَطيسَينِ بحيث يَتقابَلُ قُطْبانِ مُتماثِلانِ. أيُّ قوّةٍ تَشعُرُ بها الآنَ؟ باعِدْ بين المِغنَطيسَينِ مسافةَ 3 سم، ثمّ 6 سم، ثمّ 9 سم. ما المسافةُ التي يَنبغي أن تَفصِلَ بين القَضيبَينِ لإصدارِ قوّةٍ هي منَ الشِّدّةِ بحيث تَشعُرُ بها؟

### ماذا حَدَثَ؟

تَشعُرُ بقوّةٍ شديدةٍ بين مِغنَطيسَينِ عندما تُقرِّبُ بينهما. عندما يَتواجَهُ قُطْبانِ مُتضادّانِ، هذه القوّةُ تَجذِبُ أحدَهُما صوبَ الآخرِ. وعندما يَتواجَهُ قُطْبانِ مُتماثِلانِ، هذه القوّةُ تَدفَعُ أحدَهُما بعيدًا عن الآخرِ أي تَجعَلُهُما يَتنافَرانِ. وكلّما تَباعَدَ المِغنَطيسانِ ضَعُفَتِ القوّةُ المؤثِّرةُ.

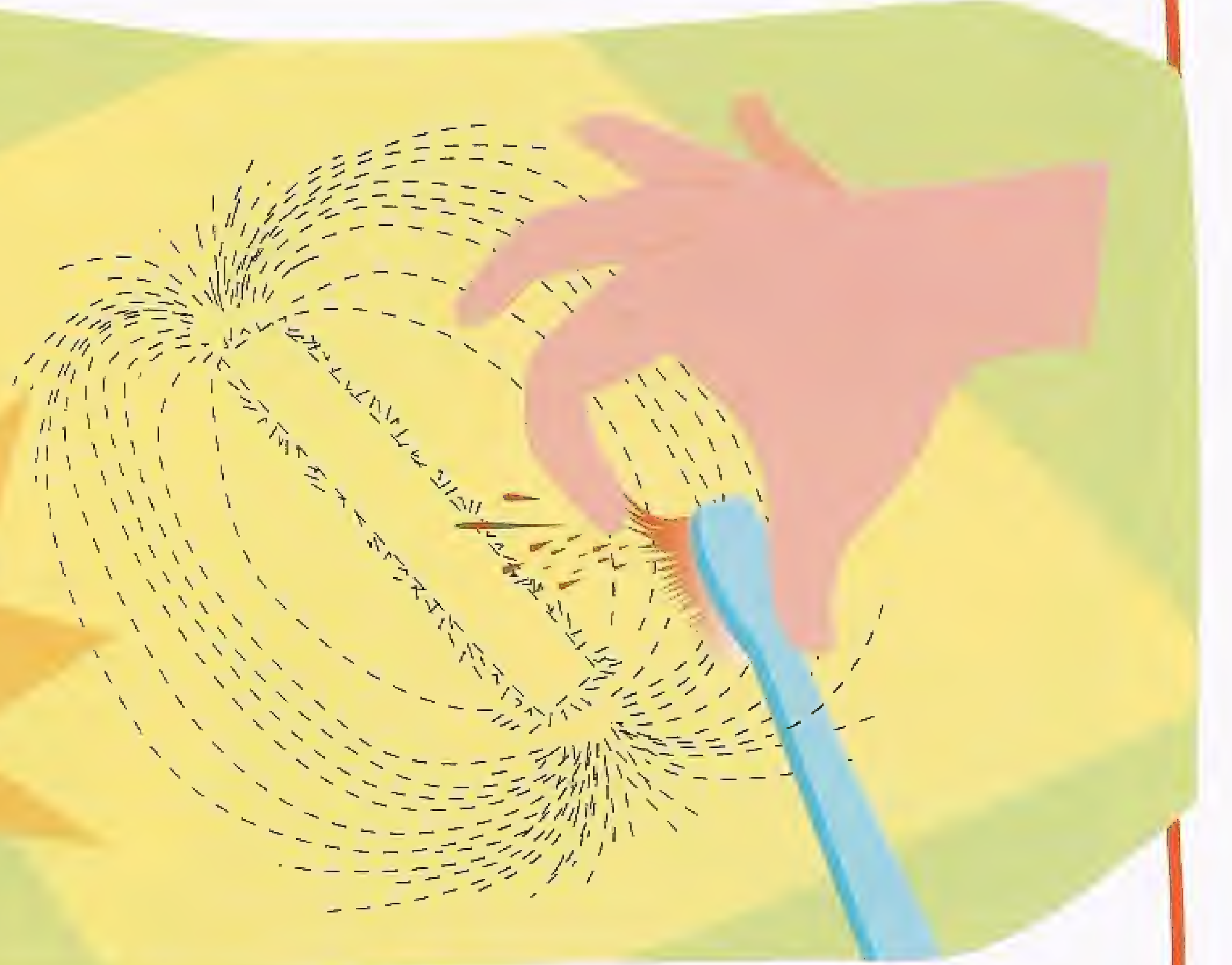
## صورةُ حَقْلٍ مِغنَطيسيّ

ضَعْ مِغنَطيسَكَ تحت وَرَقةٍ. اُنثُرْ على الوَرَقةِ بُرادةَ حديدٍ. ستَتّخِذُ البُرادةُ شكلًا مُحدَّدًا بسَبَبِ وجودِ المِغنَطيسِ تحت الوَرَقةِ. ضَعْ على فُرشاةِ أسنانِكَ قليلًا منَ الطِّلاءِ ثمّ انقُفْها بإصبعِكَ لتَرُشَّ الطِّلاءَ على الوَرَقةِ. عندما يَجِفُّ الطِّلاءُ، أَبعِدِ المِغنَطيسَ والبُرادةَ بأناةٍ.

### اللّوازم

15

- مِغنَطيس قَضيبيّ
- بُرادةُ حديد
- طِلاء
- فُرشاةُ أسنان قديمة
- وَرَقة فارِغة



أين تستقِرُّ معظمُ البُرادة؟

### ماذا حَدَثَ؟

تَستقِرُّ معظمُ البُرادةِ حول القُطْبَينِ لأنّ القوّةَ هناك تكونُ على أشُدِّها. ويَستقِرُّ بعضُ البُرادةِ حول المِغنَطيسِ على شكلِ حَلَقاتٍ أشبهَ بحَلَقاتِ أوراقِ البَصَلِ. نُسمّي هذه الحَلَقاتِ خطوطَ القوّة. ويكونُ نَمَطُ البُرادةِ تامَّ التَّناظُرِ لأنّ المِغنَطيسَ يولِّدُ القوّةَ نَفْسَها تمامًا على كلِّ قُطْبٍ وكلِّ جانبٍ.



### دُمية مُتكلِّمة

في شفتي هذه الدّمية مغنطيسان. يكونُ فمُ الدّمية عادة مُقفلا بواسطة خيط دوبارة. لكنّ تشغيل المغنطيسين يؤدّي إلى توليد قوّة تفتحُ الشّفتين «فتتكلَّمُ».

## نَظرة إلى الماضي

### سيركُ البَراغيث

كان بعضُ المُشعوذينَ في القرنِ التّاسع يَتظاهرونَ أنّ عندهم بَراغيثَ تَقومُ بأداءِ أدوارٍ. كانوا يُسلّونَ النّاسَ بأن يُحرّكوا بَراغيثَ مَعدِنيّةً بواسطةِ خُيوطٍ ومَغانِطَ مَخفيّةٍ. وكانت تَحرُّكاتُ البَراغيثِ استِعراضيّةً ممّا كان يوهِمُ النّاسَ أنّ في السّيركِ فِرقةً منَ البَراغيثِ البَهلَوانيّةِ.



# فَنّ مِغنَطيسيّ



المَغانِطُ مُفيدةٌ لعَمَلِ المَكِناتِ والأدواتِ. لكن يُمكِنُ الاستفادةُ منها أيضًا، بشيءٍ منَ الخيالِ، في القيامِ بأشغالٍ مِغنَطيسيّةٍ فنّيّةٍ! بإمْكانِكَ أن تَصنَعَ شكلًا مُتحرِّكًا طريفًا، مثلَ هذا الذي تَراهُ أدناه، أو أن تَرسُمَ صورةً مُذهِلةً للقُوى المِغنَطيسيّةِ.

**ما الذي يَجعَلُ البَنْدول يَتأرجَحُ على هذا النَّحو الغريب؟**

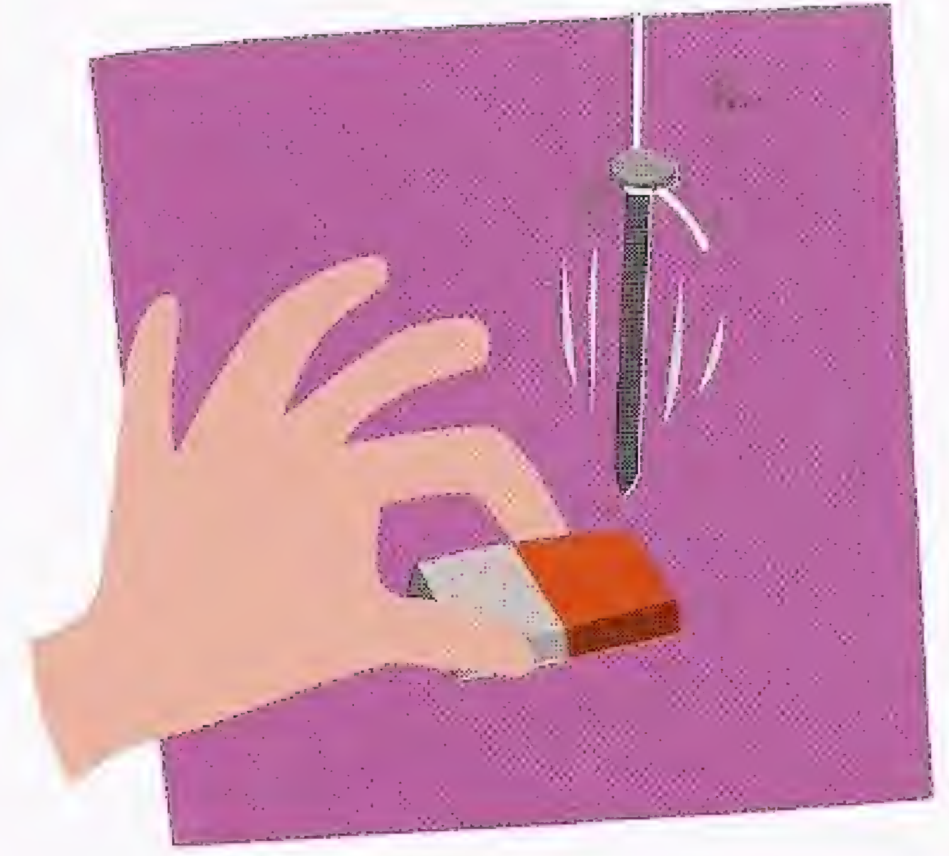
## بَنْدول غريب

ثلاثةُ مَغانِطَ ستَجعَلُ هذا البَنْدولَ يَتأرجَحُ بطريقةٍ غريبةٍ.

اللَّوازم

- ثلاثةُ مَغانِطَ
- مِسمار حديديّ
- خَيط دوبارة
- كُرسيّ
- مَعجون تَشكيل
- شَريط لاصِق

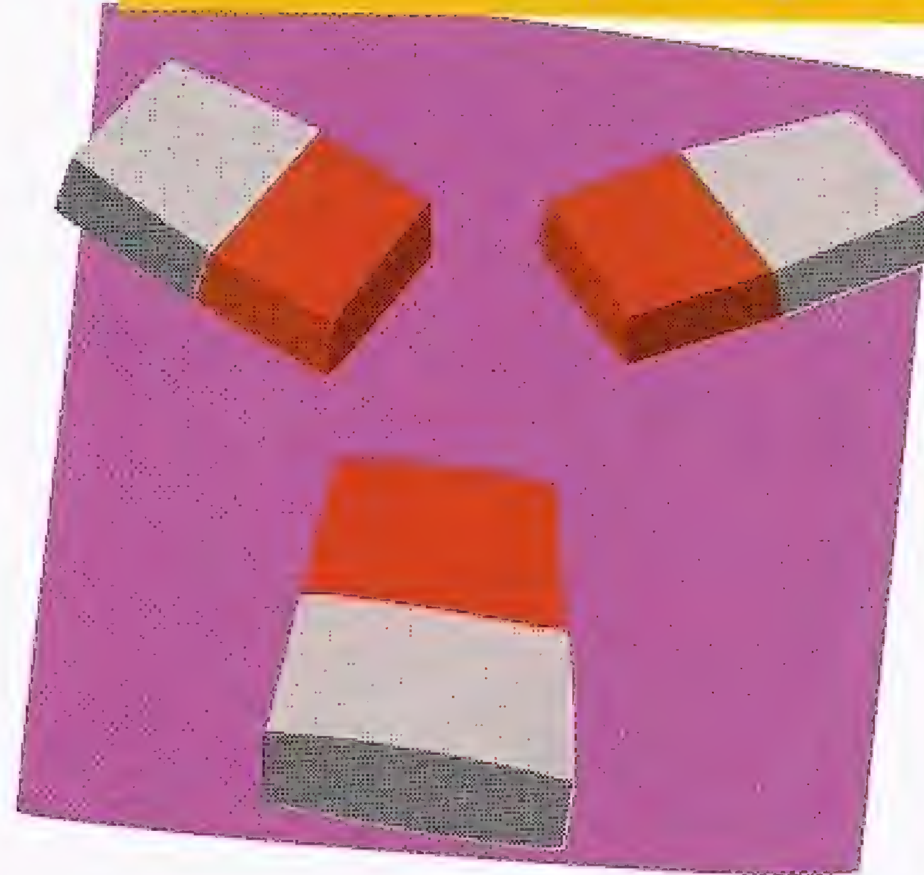
10



**1** اِربِطْ خَيطَ دوبارةٍ إلى طَبعةِ المِسمارِ. ثمّ دَلِّ المِسمارَ من وسطِ الكُرسيِّ. ضَعْ أحدَ مَغانِطِكَ تحت المِسمارِ بحيث تكونُ الفَجوةُ بينهما نحوَ 1 سم.



**2** أُنقُرِ المِسمارَ بهُدوءٍ وراقِبْ تَأرجُحَهُ كما يَتأرجَحُ بَنْدولٌ. تأكَّدْ أنّه لا يوجَدُ مَغانِطُ قربَ المِسمارِ عندما تَقومُ بذلك.



**3** إستخدِمْ مَعجونَ التَّشكيلِ لتُثبِّتَ على الأرضِ ثلاثةَ مَغانِطَ، كما تَرى. تأكَّدْ أنّ أَقطابَ المَغانِطِ الثَّلاثةِ المُتواجِهةَ مُتماثِلةٌ. ويَنبغي أن يَبعُدَ القُطْبُ عن الآخرِ نحوَ 2 سم.

**4** حَرِّكِ الكُرسيَّ بحيث يكونُ المِسمارُ فوق مَركَزِ المَغانِطِ الثَّلاثةِ تمامًا. ثمّ انْقُرِ المِسمارَ بهُدوءٍ ثانيةً. ماذا يَحدُثُ؟

### ماذا حَدَثَ؟

عندما لا يكونُ في الجوارِ مَغانِطُ، يَتأرجَحُ المِسمارُ كما يَتأرجَحُ بَنْدولُ ساعةٍ قديمةِ الطِّرازِ تَأرجُحًا سَلِسًا. فالقوّةُ الوحيدةُ التي يَتأثَّرُ بها المِسمارُ هنا هي قوّةُ الجاذبيّةِ الأرضيّةِ. عندما تَضَعُ المَغانِطَ تحت المِسمارِ، يَتأرجَحُ المِسمارُ دون ضابِطٍ، وبأشكالٍ غيرِ مُتوقَّعةٍ. ذلك أنّ قُوى أُخرى تُؤثِّرُ الآن فيه هي قوّةُ كلٍّ منَ المَغانِطِ. إذ يَتأرجَحُ مُقترِبًا من كلٍّ منَ المَغانِطِ أو مُبتعِدًا عنه، تَتغيَّرُ القوّةُ المؤثِّرةُ فيه باستمرارٍ.

مِغْنَطيسيّة
حَرَكيّة

اللّوازم
20
- مِغنَطيس
- خَيط دوبارة وتشكيلة من أجسام حَديديّة وفولاذيّة خفيفة مثل مَشابِك ورق فولاذيّة، مَسامير حَديديّة، مِفتاح فولاذيّ قديم

اِصنَعْ حَرَكيّةً مِغنَطيسيّةً وانظُرْ كم تَستمِرُّ مِغنَطيسيّتُها. اِتّبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ في الصَّفحةِ السّابقةِ لتُمغنِطَ بضعةَ أشياءَ. عَلِّقْ أضخمَ الأشياءِ من خَيطِ دوبارةٍ بحيث يكونُ مُباشرةً فوق مُستوى الأرضِ، ثمّ عَلِّقْ، وببعضِها البعضِ، ما أَمكنَكَ منَ الأشياءِ الأُخرى الأصغرِ حَجْمًا.

اِلزَمِ الحَذَرَ عند تَناوُلِكَ المَساميرَ في هذه التَّجربةِ. أَبقِ الأشياءَ مُجتمِعةً مُستخدِمًا القوى المِغنَطيسيّةَ بينها - لا تَستعمِلْ شَريطًا لاصِقًا أو غِراءً. راقِبْ حَرَكيّتَكَ لتَرى ما يَحدُثُ.

**ما الذي يَجعلُ المِغنَطيسيّة تَضعُفُ مع الوقت؟**



### ماذا حدَثَ؟

لمّا كان كلُّ جُزءٍ من هذه الحَرَكيّةِ هو مِغنطيس، بإمْكانِكَ أن تُبقيها مُجتمعةً من دون غِراءٍ أو شَريطٍ لاصقٍ. لكن مع الوقتِ ستَضعُفُ مِغنَطيسيّةُ أشيائِكَ. يكونُ ذلك أسرعَ حُدوثًا إذا سَقطتِ الحَرَكيّةُ أو دُفِعَتْ. كلُّ نَقْفة صغيرة تؤدّي إلى اضْطِراب النّطاقات قليلًا. تُحافِظُ الأشياءُ الفولاذيّةُ مدّةً أطولَ على مِغنَطيسيّتِها منَ الأشياءِ الحَديديّةِ لأنّ نطاقاتها تَحتاجُ إلى قوّةٍ أكبرَ لجَعلِها تَضطرِبُ.

## نَظرة إلى الماضي

### مَمنوع أَكْلُها

قبل مئاتِ السِّنينَ، مُنِعَ البحّارةُ في العديدِ منَ السُّفُنِ من تَناوُلِ البَصَلِ والثّومِ. فقد كانتِ السُّفُنُ تَعتمِدُ في المِلاحةِ على البوصَلاتِ المِغنَطيسيّةِ (انظُرْ ص 34) وكان البحّارةُ يَتوهّمونَ أنّ البَصَلَ والثّومَ يُؤثّرانِ على المَغانِطِ! وكانوا يَخشَونَ أن يضِلّوا طريقَهُم إذا أَدّى البَصَلُ والثّومُ إلى اضْطِرابٍ في عَمَلِ البوصَلاتِ.





### عَين واسعة

يُمكِنُ استِخدامُ المَغانِطِ لإزالةِ أجسامٍ مَعدِنيّةٍ منَ العَينِ بطريقةٍ آمنةٍ. يُمكِنُ إزالةُ المَعدِنِ من غيرِ مَسِّ العَينِ بحيث يكونُ من غيرِ المُحتمَلِ إيذاءُ العَينِ. يَنظُرُ الأَطبّاءُ إلى العَينِ عادةً من خلالِ مُكبِّرٍ عند القيامِ بنَزعِ جِسْمٍ غريبٍ منَ العَينِ.

# اِصنَعْ بنَفْسك مِغنَطيسًا

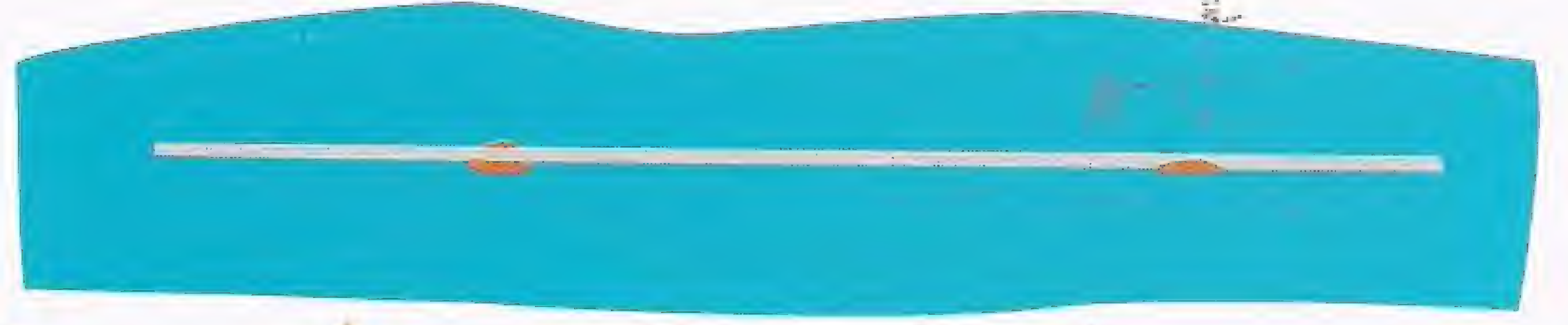
يَتشكَّلُ كلُّ مِغنَطيسٍ من بلايينِ المَغانِطِ الدَّقيقةِ التي نُسمّيها نطاقاتٍ، تَصطَفُّ كلُّها في الاتّجاهِ نَفْسِهِ. لموادَّ أُخرى نِطاقاتٌ أيضًا لكنّها مُختلِطةٌ من غيرِ تَرتيبٍ. إذا كان عندك مِغنَطيسٌ، بإمْكانِكَ أن تؤثِّرَ في موادَّ مِغنَطيسيّةٍ فتَجعَلَ نِطاقاتِها تَصطَفُّ هي أيضًا بالاتّجاهِ نَفْسِهِ. بهذه الطَّريقةِ بإمْكانِكَ أن تَصنَعَ مزيدًا منَ المَغانِطِ.

## طريقة بسيطة

إذا أَرَدتَ أن تُحوِّلَ مِشبكَ وَرَقٍ إلى مِغنَطيسٍ، ما عليك إلّا أن تَدلُكَهُ بطريقةٍ مُعيَّنةٍ.

اللَّوازم
10

- مِشبكا وَرَق فولاذيّانِ
- مِغنَطيس
- مَعجون تَشكيل



1 اِفتَحْ مِشبَكَ وَرَقٍ وضَعْهُ على سطحٍ ثابتٍ. ثَبِّتْه في مَوضِعِهِ بمَعجونِ تَشكيلٍ.



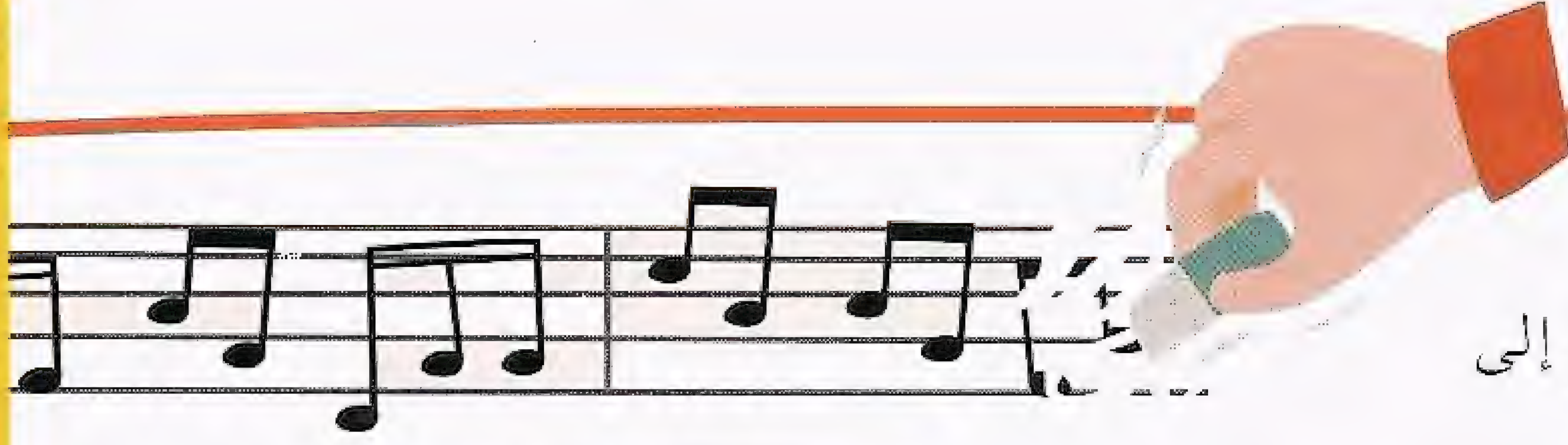
2 حَرِّكْ مِغنَطيسَكَ قريبًا من مِشبَكِ الوَرَقِ حَرَكةً دائريّةً. كَرِّرِ العَمليّةَ مرّاتٍ. اِحرِصْ على أن تُبقيَ مِغنَطيسَكَ مُتّجِهًا الاتّجاهَ نَفْسَهُ. لا تُغيِّرِ اتّجاهَ الحَرَكةِ الدّائريّةِ أبدًا.

3 أَبعِدْ مِغنَطيسَكَ، والْتَقِطْ مِشبَكَ الوَرَقِ واخْتَبِرْه. هل تَستطيعُ أن تَلتَقِطَ به مِشبَكَ وَرَقٍ آخرَ؟

ما الذي يَجعَلُ مِشبَكَ الوَرَق يَتحوَّلُ إلى مِغنَطيس؟

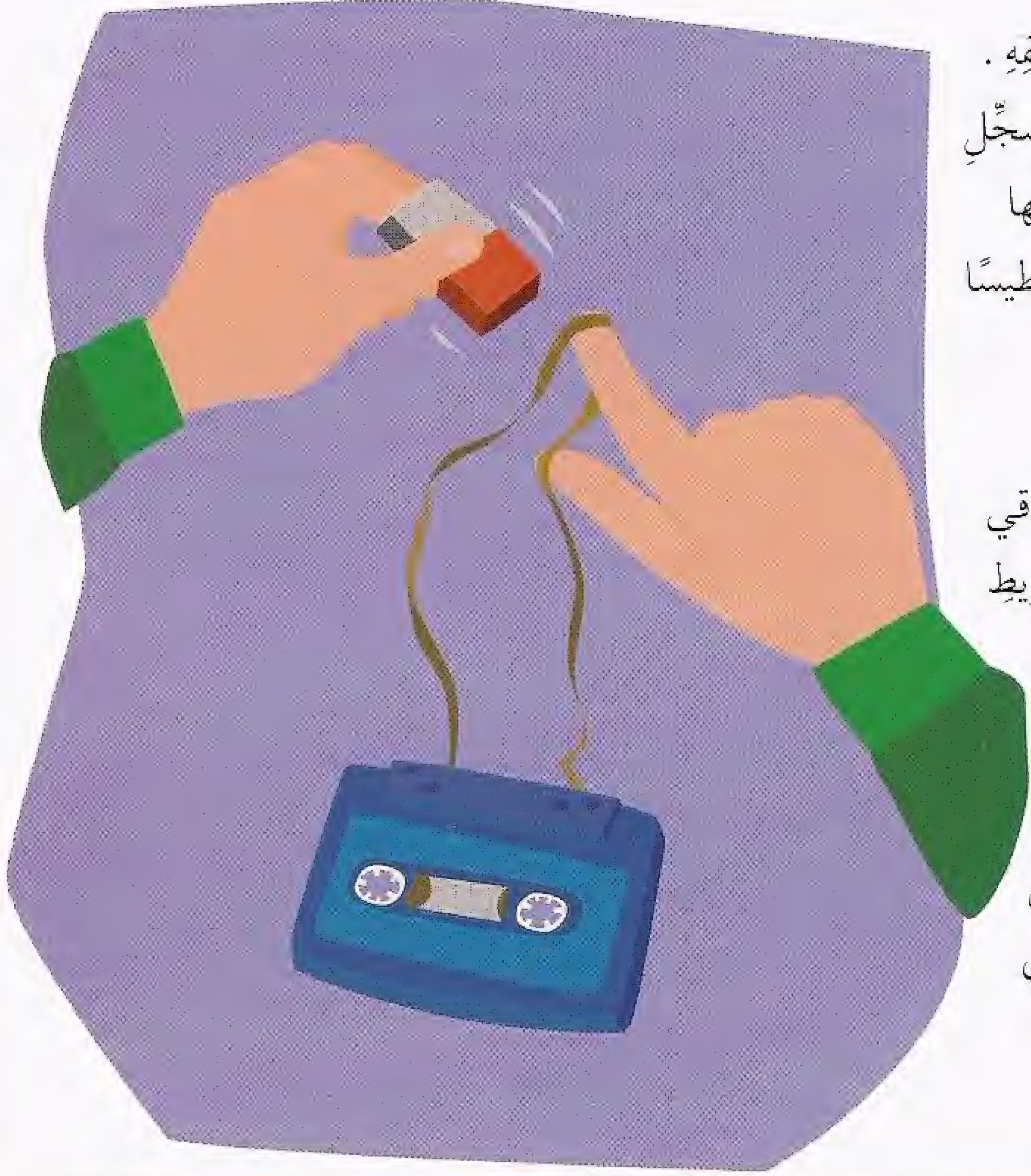
### ماذا حَدَثَ؟

عندما تَدلُكُ مِشبَكَ الوَرَقِ الفولاذيَّ بمِغنَطيسٍ، تُحوِّلُهُ هو أيضًا إلى مِغنَطيسٍ. ذلك أنّ المِغنَطيسَ يَشُدُّ نِطاقاتِ مِشبَكِ الوَرَقِ لتُواجِهَ كلُّها الاتّجاهَ نَفْسَهُ. بإمْكانِ المِغنَطيسِ أن يُحرِّكَ النِّطاقاتِ لأنّها هي نَفْسُها مَغانِطُ مِجهَريّةٌ دقيقةٌ للغايةِ.



## أَزِلْ ما تمغنَطَ

شَغِّلْ موسيقى لا تحتاجُ إلى الاحتفاظِ بها وأَوقِفِ الشَّريطَ في نحوِ مُنتصَفِهِ. أخرِجِ الشَّريطَ منَ المُسجِّلِ واسحَبْ منه حَلْقةً طولُها نحو 30 سم. مَرِّرْ مِغنَطيسًا قريبًا من طَرَفِ حَلْقةِ الشَّريطِ التي سَحَبتَها. اِحرِصْ ألّا تُقرِّبَهُ من باقي الشَّريطِ. أَعِدْ لَفَّ الشَّريطِ إلى مَوضِعِهِ في الكاسيتِ بأناةٍ ثمّ اسْتَمِعْ إليه ثانيةً. ماذا يَحدُثُ عندما تَصِلُ إلى الجُزءِ منَ الشَّريطِ الذي قَرَّبتَ منه المِغنَطيسَ؟



10

### اللَّوازم

- شَريط لا تَحتاجُ إليه سَجَّلتَ عليه موسيقى لا تَرغَبُ فيها
- مُسجِّل
- مِغنَطيس

### ماذا حدَثَ؟

مَسَحَ المِغنَطيسُ الصَّوتَ عن جُزءٍ منَ الشَّريطِ. تَخزُنُ مَجموعاتٌ صغيرةٌ من حُبَيباتٍ مِغنَطيسيّةٍ أجزاءً صَوتيّةً دقيقةً. طولُ كلِّ جُزءٍ من هذه الأجزاءِ الدَّقيقةِ نحو عشرةٍ بالألفِ منَ الثّانية. يكونُ للحُبَيباتِ التي تَخزُنُ صَوتًا أعلى مِغنَطيسيّةٌ أقوى. وعندما تُمرِّرُ مِغنَطيسًا قريبًا من شَريطٍ، فإنّ قوّةَ المِغنَطيسِ تَقوى على قوّةِ كلٍّ من مَجموعاتِ الحُبَيباتِ، فتَمسَحُ المَعلوماتِ المُختزَنَة.

## نظرة إلى الماضي

### موسيقى خَطِرة

كان تَشغيلُ بعضِ التَّسجيلاتِ المِغنَطيسيّةِ في الثَّلاثيناتِ من القرنِ العشرينَ عَمَليّةً تَنطوي على مَخاطِرَ. فقد كان النّاسُ يَخزُنونَ الصَّوتَ على سِلْكٍ مُمغنَطٍ لا على شريطٍ ذي حُبَيباتٍ مِغنَطيسيّةٍ. لتَشغيلِ الصَّوتِ كان على السِّلْكِ أن يَتحرَّكَ عبر مَكِنةٍ بسُرعةٍ كبيرةٍ. ولو حَدَثَ أن انْقطَعَ السِّلْكُ فقد يُفلِتُ ويَجرَحُ ما حوله أو مَن حوله. وكان على المُستمعينَ أن يكونوا مُتأهِّبينَ للفرارِ.





### قُرْصُ الكومبيوتر الصُّلب

قُرْصُ الكومبيوترِ الصُّلبُ يَخزُنُ الكلماتِ والصّوَرَ وغيرَها منَ المَعلوماتِ بفِعْلِ المِغنَطيسيّةِ. إذ تَقومُ بالعَمَلِ على الكومبيوترِ تُغيِّرُ مَغانِطُ دقيقةٌ نَمَطَ المَغنَطةِ لتَخزُنَ مَعلوماتٍ أو لتَمسَحَها.

# مَغانِط صغيرة

لا تَستطيعُ إتلافَ المِغنَطيسِ بقَطْعِهِ إلى نِصفَينِ. ذلك أنّه سيكونُ لكلٍّ منَ النّصفَينِ اللّذينِ حَصَلتَ عليهما بلايينُ النّطاقاتِ التي تَصطَفُّ في اتّجاهٍ واحدٍ. هذه النّطاقاتُ تُعطي كلًّا منَ النّصفَينِ مِغنَطيسيّتَهُ.

اللّوازم 15

- مِشبَكا وَرَق فولاذيّانِ
- مِغنَطيس
- خَيط رفيع
- زَرَديّة

## ضاعِفِ العَدَد

اِسأَلْ راشدًا أن يُساعِدَكَ في قَطْعِ مِغنَطيسٍ من صُنْعٍ منزليٍّ إلى نِصفَينِ – فيكون لديك مِغنَطيسانِ من صُنْعٍ منزليٍّ!

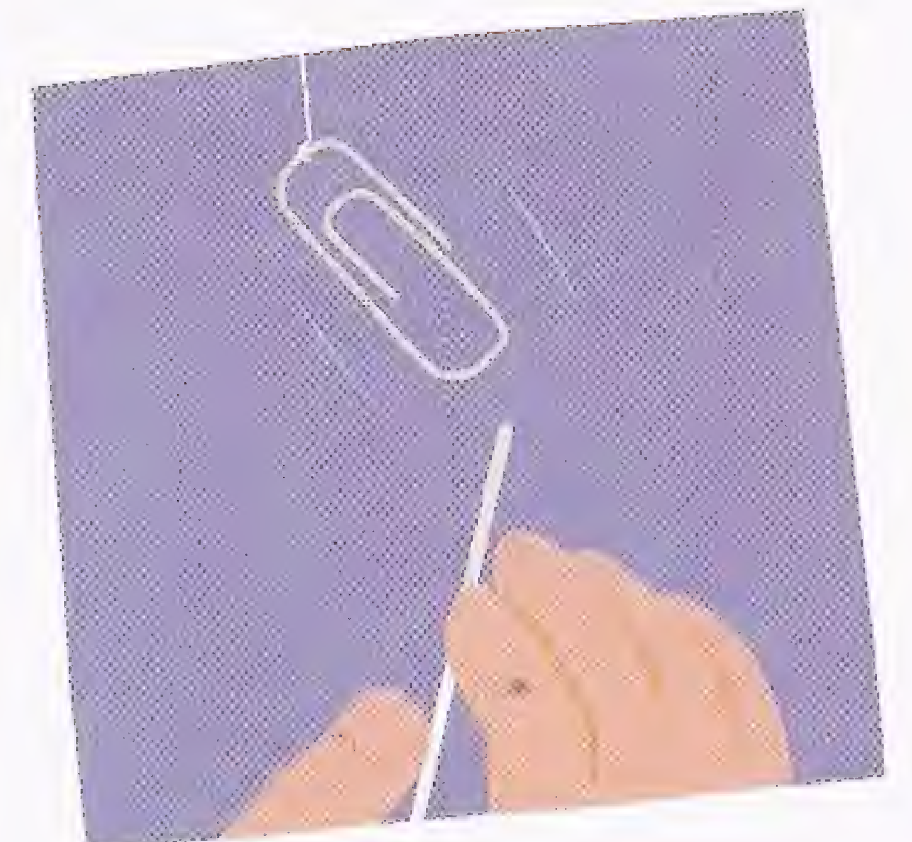


1 اِتّبِعْ خُطواتِ التَّجرِبَةِ في ص 30 لتُحوِّلَ مِشبَكَ وَرَقٍ إلى مِغنَطيسٍ من صُنْعٍ منزليٍّ. تَفحَّصْ مِغنَطيسَكَ لتَتأكّدَ من عَمَلِهِ.

كيف نَصنَعُ مِغنَطيسَينِ من قَطْعِ مِغنَطيسٍ إلى نِصفَينِ؟



2 اِسأَلْ راشدًا أن يَقُصَّ مِغنَطيسَكَ المنزليَّ إلى نِصفَينِ، مُستخدِمًا زَرَديّةً.



3 عَلِّقْ مِشبَكَ وَرَقٍ عاديًّا من خَيطٍ واجعَلْهُ يَتدلّى. قَرِّبْ منه أحدَ نِصفَيِ المِغنَطيسِ المنزليِّ. هل يَجذِبُ مِشبَكَ الوَرَقِ؟ كَرِّرْ هذه الخُطوةَ مُستخدِمًا نِصفَ المِغنَطيسِ المنزليِّ الآخَرَ.

4 الآنَ دَلِّ بالخَيطِ أحدَ نِصفَيِ المِغنَطيسِ المنزليِّ. قَرِّبْ منه النِّصفَ الآخَرَ. هل يَتجاذَبُ النِّصفانِ؟ ماذا يَحدُثُ إذا أنت وَجَّهتَ الطَّرَفَ الآخَرَ من نِصفِ المِغنَطيسِ الذي في يَدِكَ إلى النِّصفِ المُعلَّقِ؟

### ماذا حدَثَ؟

عندما قَصَصتَ مِغنَطيسَكَ المنزليَّ إلى نِصفَينِ، جَعَلتَهُ مِغنَطيسَينِ. ذلك أنّه لا يزالُ لكلٍّ منَ النّصفَينِ أعدادٌ هائلةٌ منَ النّطاقاتِ تَتّخِذُ الاتّجاهَ نَفْسَهُ. كلُّ مِغنَطيسٍ صغيرٍ قادرٌ على جَذْبِ مِشبَكِ وَرَقٍ. ولمّا كان له قُطْبانِ شماليٌّ وجنوبيٌّ فإنّه قادرٌ على جَذْبِ المِغنَطيسِ الصَّغيرِ الآخرِ. بإمْكانِكَ أن تَقُصَّ المِغنَطيسَ المنزليَّ الصَّغيرَ إلى مزيدٍ منَ القِطَعِ فتَحصُلَ على مَغانِطَ أصغرَ.

## مِغنَطيس مُشوِّش

بإمْكانِكَ أن تُشوِّشَ على بوصَلةٍ باسْتخدامِ مِغنَطيسٍ. اِتبِّعْ خُطواتِ التَّجربةِ في الصَّفحةِ السّابقةِ لتَصنَعَ بوصَلةً صغيرةً طافيةً. تفحَّصِ البوصَلةَ عندما تَستقِرُّ لتَتأكّدَ من أنّها تُشيرُ إلى اتّجاهٍ شَماليٍّ جنوبيٍّ. ثمّ قرِّبْ مِغنَطيسًا إلى بُعْدِ بضعةِ سنتيمتراتٍ منها. ماذا يَحدُثُ؟

**كيف يُشوِّش مِغنَطيس على بوصَلة؟**




### اللَّوازم

- مِغنَطيس
- أشياءُ ممّا يُستخدَم في تَجربةِ الصَّفحة السّابقة



### ماذا حدَثَ؟

حالما تُقرِّبُ مِغنطيسًا من بوصَلتِكَ، يَدورُ قُطْبا البوصَلةِ صوبَ قُطْبَي المِغنَطيسِ، فلا تَعودُ البوصلةُ تُشيرُ إلى الشَّمالِ. ذلك أنّ مِغنَطيسَكَ أقوى بكثيرٍ من مِغنَطيسيّةِ الأرضِ. يَتغلَّبُ المِغنَطيسُ على مِغنَطيسيّةِ الأرضِ، ويُشوِّشُ على البوصَلةِ.

**4** اِنتظِرْ أن يَهدَأَ قُرصُ الفِلّينِ ومعه الدَّبوسُ عن الدَّورانِ. أُرسُمْ صورةَ الدَّبّوسِ على ورَقةٍ. ضَعْها على الأرضِ ولاحِظِ الجهةَ التي تُشيرُ إليها إبرةُ الدَّبّوسِ.

### ماذا حدَثَ؟

عندما يَتوقَّفُ الدَّبّوسُ المُمغنَطُ عن الدَّورانِ، فإنّه يَظَلُّ يُشيرُ إلى الاتّجاهِ نَفْسِهِ، حتّى حين تُديرُ الطّاسَ. ذلك الاتّجاهُ هو على نحوٍ تقريبيٍّ شَماليّ - جنوبيّ. وهو يَفعَلُ ذلك لأنّ قُطبَيهِ الشَّماليّ والجنوبيّ يَتأثّرانِ بالأرضِ، وهي نَفْسُها مِغنَطيسٌ عِملاقٌ، لكنّه ضعيفٌ. أحدُ قُطبَي مِغنَطيسيّةِ الأرضِ هو الشَّمالُ الجُغرافيُّ على نحوٍ تقريبيٍّ، والقُطْبُ الآخرُ هو الجنوبُ الجُغرافيُّ.



### بريدُ الحَمام

عند الحَمامِ المَعروفِ بحَمامِ الزّاجِلِ حِسٌّ مُذهِلٌ بالاتّجاهِ، يُمكِّنُهُ من أن يَجِدَ طريقَهُ حتّى على بُعْدِ مئاتِ الكيلومتراتِ. يَظُنُّ العُلَماءُ أنّ حَمامَ الزّاجِلِ يَعرِفُ طريقَهُ مُستدِلًّا بمِغنَطيسيّةِ الأرضِ.

# اِعرَفْ طريقك



اِستغَلَّ الإنسانُ المِغنَطيسَ، منذ أن اكتشَفَهُ، في مَعرفةِ طريقِهِ من مكانٍ إلى مكانٍ. يُمكِنُ استِخدامُ المَغانِطِ لأنّها تَدورُ دائمًا لتواجِهَ جِهةَ الشَّمالِ. ذلك أنّها تَتأثَّرُ بالكُرةِ الأرضيّةِ، التي هي نَفْسُها تَعمَلُ عَمَلَ مِغنَطيسٍ ضَخْمٍ ولكن ضعيفٍ. نُسمّي المِغنَطيسَ الذي به نَعرِفُ جِهةَ الشَّمالِ بوصلةً.

## نَظرة إلى الماضي

### حجرُ المِغنَطيس

المغنتيتُ نوعٌ منَ الحديدِ وهو مِغنَطيسٌ طبيعيٌّ. شظايا المغنتيتِ تُسمّى عادةً بأَحجارِ مِغنَطيسٍ. وهي تُسمّى بذلك لأنّه يُمكِنُ اسْتِخدامُها في الإشارةِ إلى جِهةِ الشَّمالِ، فتَدُلُّ النّاسَ إلى طريقِ العَودةِ إلى مَواطِنِهم. كان الصّينيّونَ أوّلَ من اكتشفَ فائدةَ حَجَرِ المِغنَطيسِ في الملاحةِ. فاسْتخدَموهُ في صُنْعِ البوصلةِ الأولى قبل نحوِ 2300 سنةٍ مَضَتْ.

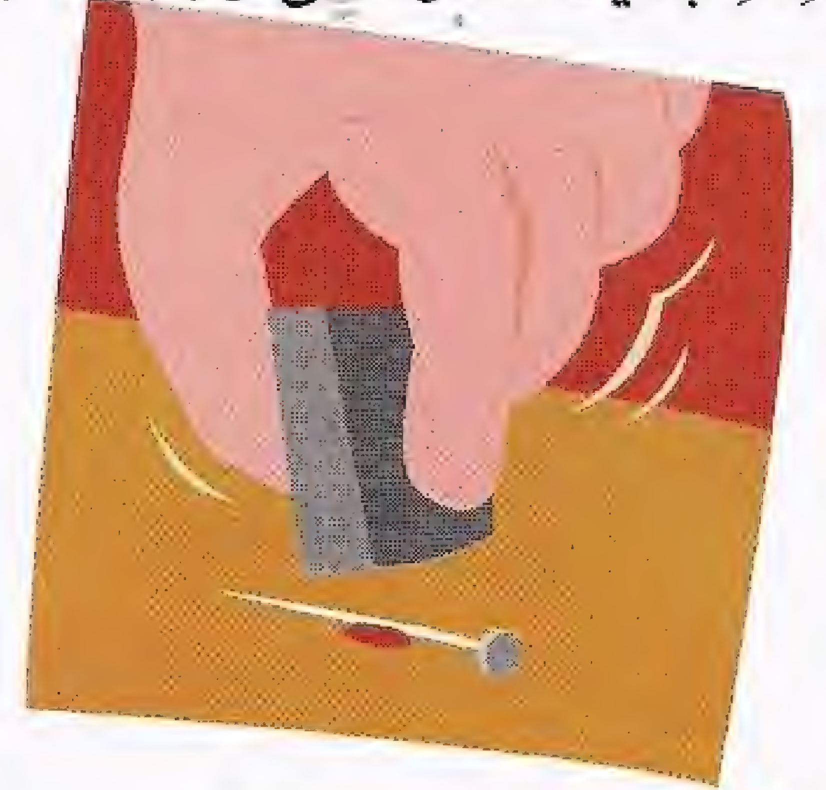


## حِمْل خفيف

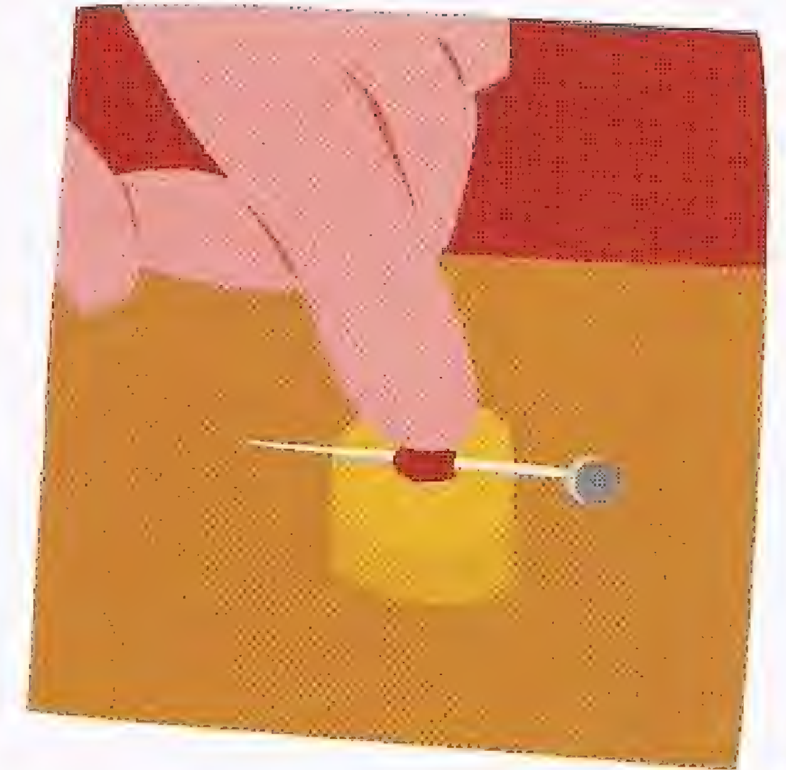
هذه البوصلةُ يُمكِنُ لصِغرِ حَجْمِها وَضْعُها في عُلبةِ كِبريتٍ، وهي منَ الخِفّةِ بحيث تَطفو على وَجهِ الماءِ.

**اللّوازم** (15)

- مغنطيس
- دبّوس فولاذيّ
- فِلّينةُ قنّينة
- مَعجون تَشكيل
- طاس پلاستيكيّ كبير
- ماء
- سكّين قاطعة (أُطلُبْ مُساعدة راشد)



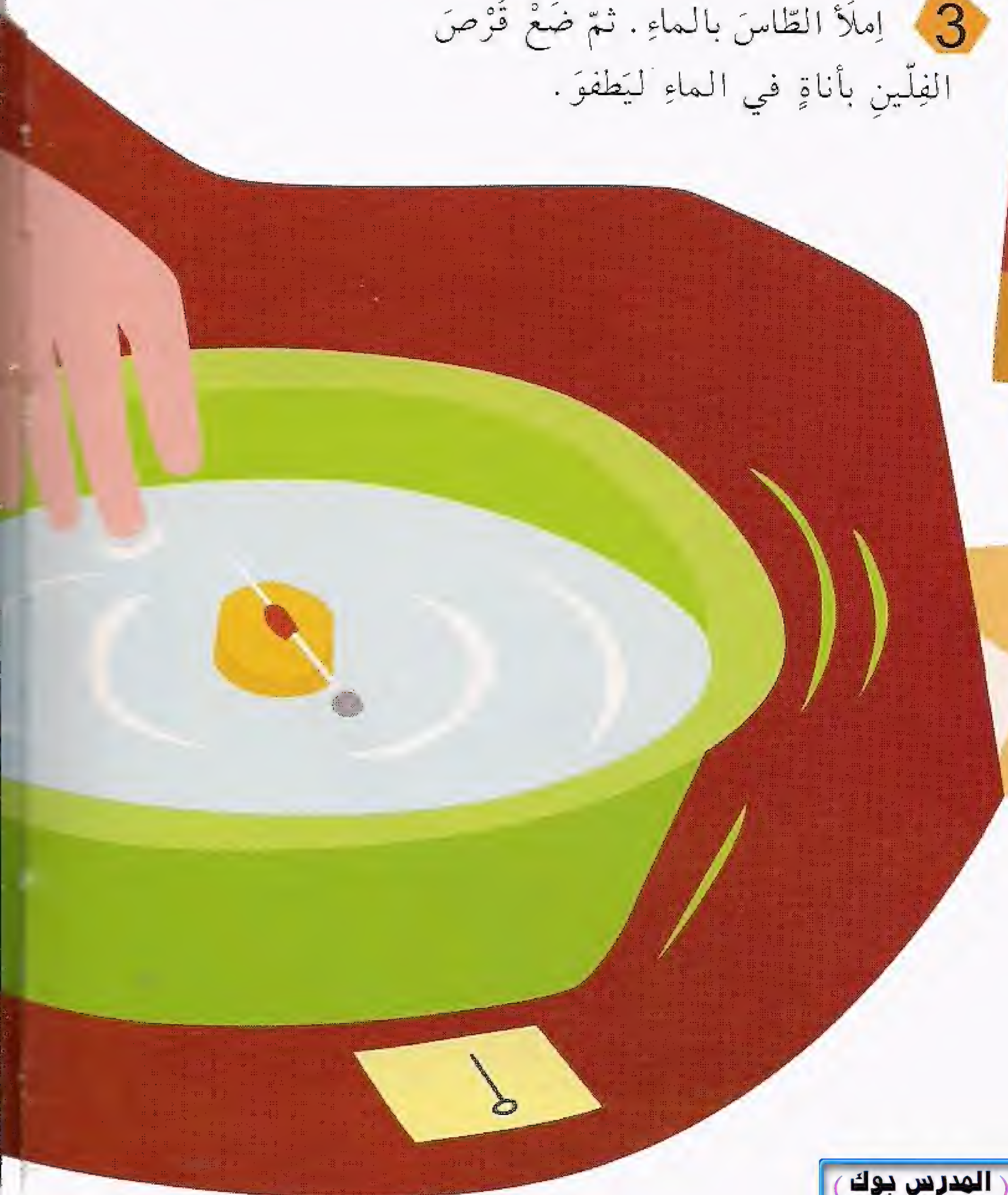
1 اِتّبِعْ تَعليماتِ التَّجربةِ في ص 30 لتُحوِّلَ دَبّوسًا فولاذيًّا إلى مِغنَطيسٍ. اِستخدِمْ مِغنَطيسَكَ لتَحقيقِ ذلك.



2 إسألْ راشدًا أن يَقُصَّ قُرْصًا صغيرًا بسُمْكِ نحوِ 1 سم من فِلّينةِ القنّينةِ مُستخدِمًا السِّكّينَ القاطِعةَ. ضَعِ الدّبّوسَ على قُرصِ الفِلّينِ. ثَبِّتْهُ في مكانِهِ بكمّيّةٍ ضئيلةٍ من مَعجونِ التَّشكيلِ.



3 إملأْ الطّاسَ بالماءِ. ثمّ ضَعْ قُرْصَ الفِلّينِ بأناةٍ في الماءِ ليَطفوَ.



**ماذا يَحدُثُ للدَّبّوسِ عندما تُديرُ الطّاسَ؟**

## أنقَليس كهربائيّ

اِتبِعْ خُطواتِ التَّجربةِ في الصَّفحةِ السّابقةِ لتَصنعَ مِغنَطيسًا كهربائيًّا. ثمّ اسْتخدِمْهُ لتَتحدّى صديقًا في لُعبةِ أسماكِ الأَنقَليسِ الكهربائيّةِ. فَصِّلْ بعضَ الأسماكِ من وَرَقِ شاشٍ، أو وَرَقٍ نَسيجيٍّ، ثمّ أَلصِقْ إلى رؤوسِها قِطعةً صغيرةً من خُيوطٍ سِلْكيّةٍ. تَبادَلْ مع صديقِكَ الأدوارَ في اصْطيادِ الأسماكِ، في وقتٍ مُحدَّدٍ، باسْتِعمالِ المِغنَطيسِ الكهربائيِّ دون أيِّ شيءٍ سِواهُ. عليكَ أن تَستعمِلَ مَهارتَكَ في تَشغيلِ المِغنَطيسِ الكهربائيِّ وقَطْعِ الدّارةِ عنه في اللّحظةِ المُناسبةِ. إذا الْتقطتَ سمكةَ أنقَليس، تَحتفِظُ بها. إذا الْتقطتَ اثنتَينِ أو أكثرَ عليكَ أن تُعيدَ ما الْتَقطتَ إلى مكانِه!



### اللّوازم

25

- المِغنَطيس الكهربائيّ الذي صَنَعتَهُ في التَّجربة السّابقة
- وَرَقُ شاش
- خُيوط سِلْكيّة
- شَريط لاصِق

### ماذا حَدَثَ ؟

إذ إنّ لكلِّ الأسماكِ خُيوطًا سِلْكيةً على رؤوسِها، ستكونُ قادرًا على الْتِقاطِها بمِغنَطيسِكَ الكهربائيّ. يَتمغنَطُ المِسمارُ فقط عندما تُشغِّلُ مِشبَكَ الوَرَقِ أي مِفتاحَ الوَصْلِ. وعندما تَقطَعُ المِفتاحَ، أي تَقطَعُ الدّارةَ، يَتوقَّفُ التّيّارُ الكهربائيُّ عن السَّرَيانِ في الدّارةِ، وتَنقطِعُ المِغنَطيسيّةُ.

## نَظرة إلى الماضي



### فكرة تُحرِّك

عندما عَرَضَ العالِمُ مايكل فَراداي في العام 1821 الموتورَ الأوّلَ، واجَهَ صُعوباتٍ في إقناعِ النّاسِ بفائدةِ الكهرُمغنَطيسيّةِ. اليومَ، تُمكِّنُنا الصِّلةُ بين الكهرباءِ والمِغنَطيسيّةِ من بناءِ كلِّ أنواعِ المَكِناتِ التي تَستخدِمُ الكهرباءَ في التّحكُّمِ بحَرَكةِ الأشياءِ. الموتورُ الكهربائيُّ ومُكبِّرُ الصّوتِ هما مَثالانِ فقط على هذه الصِّلةِ.



### في مَكَبِّ الخُرْدة

كثيرًا ما تُستخدَمُ في مَكَبّاتِ الخُرْدةِ رَوافِعُ ضخمةٌ تَحمِلُ مَغانِطَ كهربائيّةً. هذه الرّوافِعُ هي مِنَ القوّةِ بحيث تَقدِرُ على الْتِقاطِ كُتَلٍ ضخمةٍ مِنَ المَعادِنِ - بل تَحمِلُ سيّاراتٍ كاملةً.

# المِغنَطيسيّة والكهرباء

بين الكهرباءِ والمِغنَطيسيّةِ صِلةٌ وَثيقةٌ. عندما تَسري الكهرباءُ في سِلْكٍ، فإنّها تُحوِّلُ السِّلْكَ إلى مِغنَطيسٍ. السِّلْكُ المَلفوفُ يُركِّزُ هذه المِغنَطيسيّةَ إلى حَدٍّ تكونُ معه قادرةً على الْتِقاطِ الأشياءِ. عندما تُحرِّكُ مِغنَطيسًا قربَ سِلْكٍ، يَحدُثُ تيّارٌ. منازلُنا مليئةٌ بالمَكِناتِ التي تَستغِلُّ هذه العلاقةَ بين الكهرباءِ والمِغنَطيسيّةِ. نُسمّي الصِّلةَ بين الكهرباءِ والمِغنَطيسيّةِ الكهرُمِغنَطيسيّةَ أو المِغنَطيسيّةَ الكهربائيّةَ.

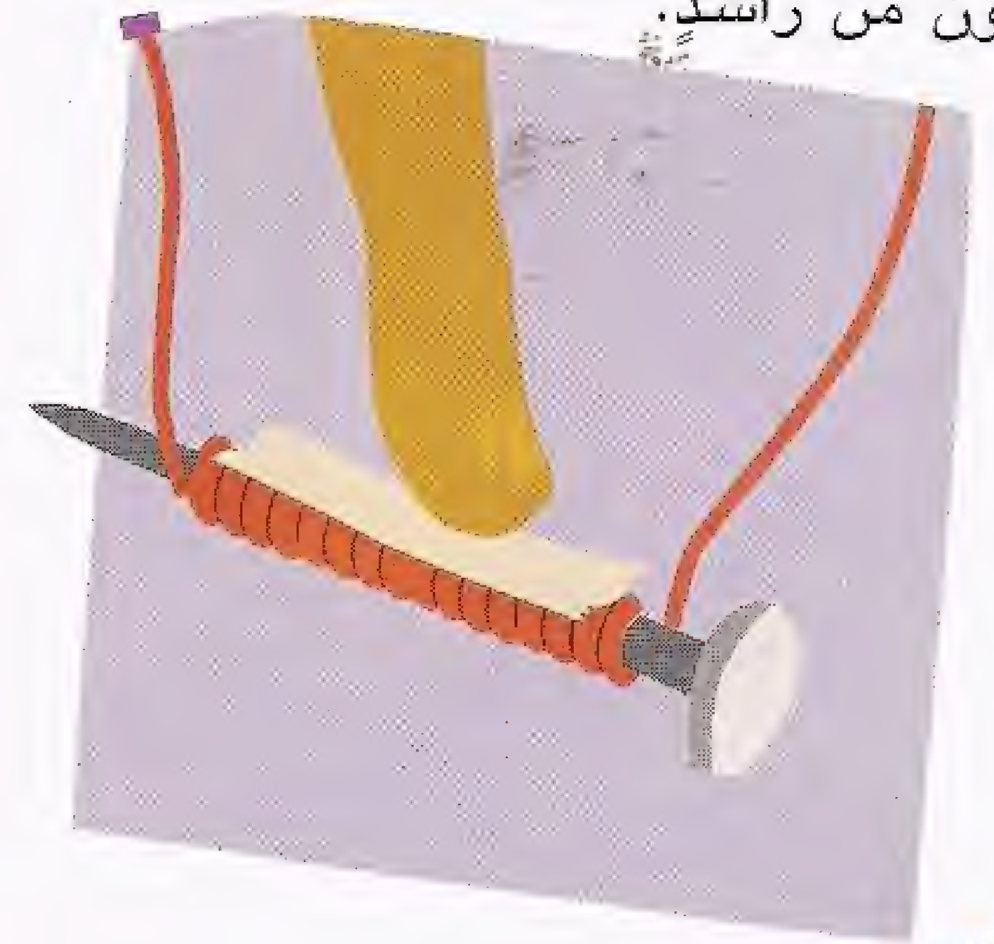
## مِغنَطيس كهربائيّ

مَرِّرْ كهرباءً في لَفّةِ أسلاكٍ أو ما نُسمّيهِ لَفيفةً لإحداثِ مِغنَطيسٍ قويٍّ. الأسلاكُ في هذه التَّجربةِ قد تَسخُنُ – اِسأَلِ العَونَ من راشدٍ.

**اللّوازم** (15)

- مِسمار حديديّ
- سِلْك مُغلَّف طويل جدًّا
- مِشبَكُ وَرَق
- بطّاريّة 9 ف
- شَريط لاصِق
- دَبابيسُ فولاذيّة

**كيف يُمكِنُ تحويلُ مِسمار حديديّ إلى مِغنَطيس؟**



**1** لُفَّ السِّلْكَ مَشدودًا حولَ مِسمارِ الحديدِ عشرَ لَفّاتٍ على الأقلّ، وثَبِّتْهُ في مَوضِعِهِ بشَريطٍ لاصِقٍ.



**2** صِلْ أحدَ طَرَفي السِّلْكِ المَلفوفِ بطَرَفِ توصيلٍ في بطّاريّةِ 9 ف. صِلِ الطَّرَفَ الآخَرَ للسِّلْكِ بطَرَفِ التَّوصيلِ الآخرِ، وأَضِفْ مِشبَكَ وَرَقٍ ليكونَ مِفتاحَ قَطْعٍ ووَصْلٍ (أُنظُرْ ص ١١).

**3** اِرفَعِ المِسمارَ فوقَ كَومةٍ منَ الدَّبابيسِ. ماذا يَحدُثُ؟ اِنزِعِ المِفتاحَ لتَقطَعَ الدّارةَ. ماذا يَحدُثُ الآنَ؟

### ماذا حَدَثَ؟

حين يكونُ المِفتاحُ في مَحَلِّهِ، يَلتقِطُ المِسمارُ الحديديُّ الدَّبابيسَ. ذلك أنّ الكهرباءَ تَسري خلالَ الدّارةِ، مُحوِّلةً السِّلْكَ إلى مِغنَطيسٍ ضعيفٍ. وحيث إنّ جُزءًا منَ السِّلْكِ مَلفوفٌ، فإنّ المِغنَطيسيّةَ تَتركَّزُ وتَشتَدُّ. وتكونُ منَ القوّةِ بحيث تُحوِّلُ المِسمارَ نَفسَهُ إلى مِغنَطيسٍ. إنّ هذا النَّوعَ منَ المَغانِطِ الذي يَعمَلُ فقط عندما تَسري فيه الكهرباءُ يُسمّى مِغنَطيسًا كهربائيًّا أو كهرُمِغنِطًا.

**قُطْبانِ مِغنَطيسيّانِ** مِنطَقتا المِغنَطيسِ اللّتانِ تكونُ فيهما قوّتُهُ على أشُدِّها، وتكونانِ عادةً عند طَرَفَيهِ. إذا تَرَكتَ مِغنَطيسًا يَدورُ دَوَرانًا حُرًّا، سيَنتَهي الحالُ بأن يُشيرَ أحدُ طَرَفَيهِ دائمًا إلى جِهةِ الجنوبِ تقريبًا. هذا القُطْبُ نُسمّيهِ القُطْبَ الجنوبيَّ للمِغنَطيسِ. الطَّرَفُ الآخرُ، ونُسمّيهِ القُطْبَ الشَّماليَّ، سيُشيرُ دائمًا إلى جِهةِ الشَّمالِ تقريبًا. يَنتهي القُطْبانِ إلى هذَينِ الاتّجاهَينِ لأنّهما يَنجذِبانِ بقُطْبَي الأرضِ الشَّماليِّ والجنوبيِّ. والأرضُ هي نَفْسُها مِغنَطيسٌ ضَخْمٌ.

**كهرباء** شكلٌ من أشكالِ الطّاقةِ نَستخدِمُهُ، مثلًا، في الثّلّاجاتِ وأضواءِ المنازلِ والتِّلفزيوناتِ وكلِّ الأشياءِ التي تَعمَلُ على الكهرباءِ. الكهرباءُ تُولِّدُها جُسيماتٌ نُسمّيها إلِكْترونات، وهي أصغرُ من أن تُرى. الإلِكْتروناتُ تولِّدُ كهرباءَ تيّارٍ عندما تَسري في أشياءَ مثلِ الأسلاكِ واللَّمباتِ. وعندما لا تَتحرَّكُ الإلِكْتروناتُ تُولِّدُ كهرباءَ إستاتيّةً أو ساكِنةً.

**كهرباء إستاتيّة** كهرباءُ ساكِنةٌ، وهي نوعٌ منَ الكهرباءِ يُمكِنُ تَوليدُهُ بدَلْكِ أشياءَ بعَينِها بعضُها ببعضٍ، مثلًا قُماشةٌ منَ النّايلونِ ومِسطَرةٌ بلاستيكيّةٌ. عندما تَفعَلُ ذلك، فأنتَ تَنزِعُ إلِكْتروناتٍ من شيءٍ وتَضَعُها على شيءٍ آخرَ. وهذا يُعطي كِلا الشَّيئَينِ شِحْنةً كهربائيّةً.

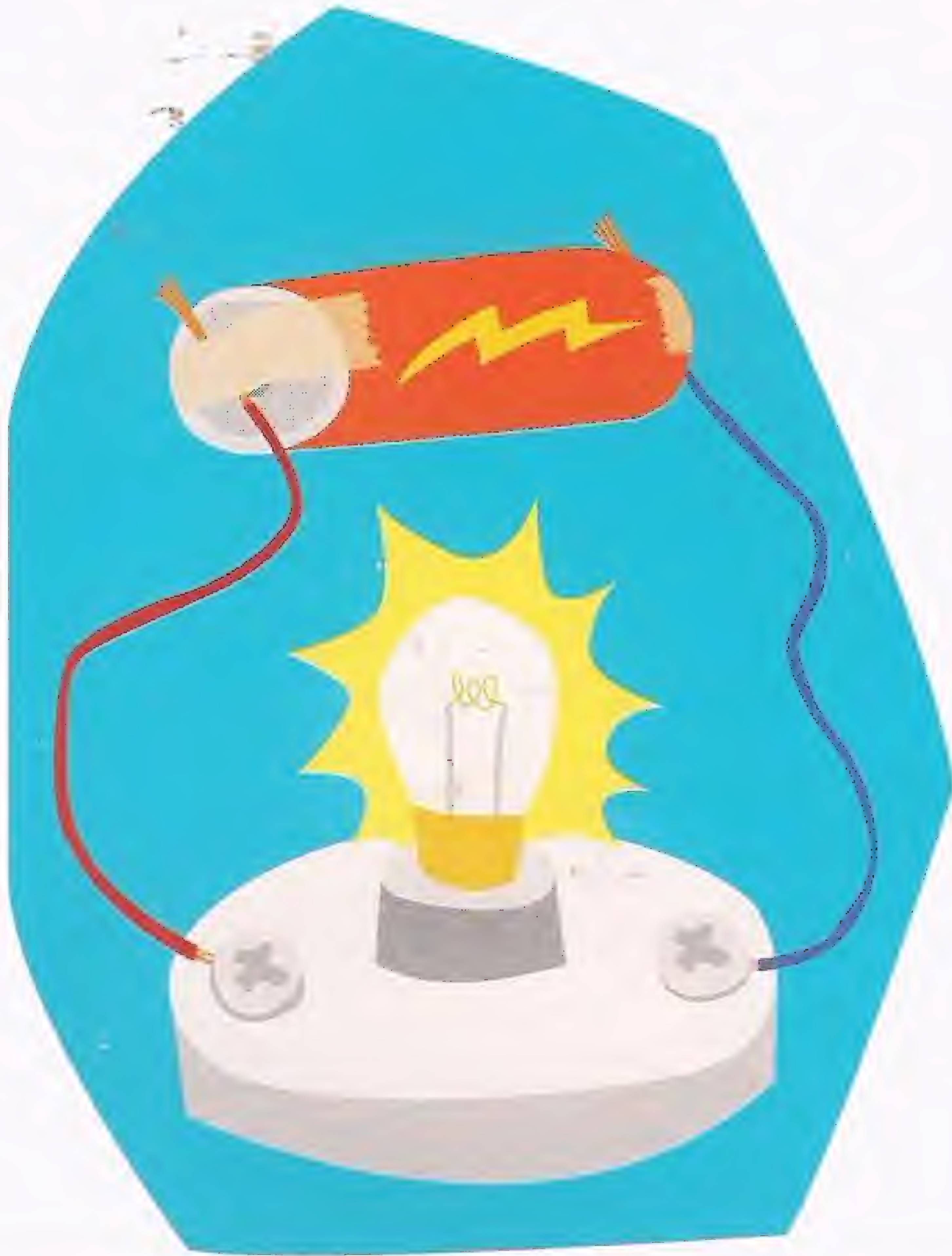
**مِغنَطيس** جِسْمٌ يَجذِبُ إليه الحديدَ والنّيكلَ. المَغانِطُ تَجذِبُ أيضًا مَغانِطَ أُخرى أو تَتنافَرُ معها. بعضُ أنواعِ الصُّخورِ، مثلُ حَجَرِ المِغنَطيسِ، هي مَغانِطُ طبيعيّةٌ. ويُمكِنُ صُنْعُ أنواعٍ أُخرى من المَغانِطِ في المُختبَرِ، مثلًا بتَدليكِ الحديدِ أو النّيكلِ بمَغانِطَ أُخرى.

**مِغنَطيس كهربائيّ** مِغنَطيسٌ لا يَعمَلُ إلّا عندما تَسري فيه الكهرباءُ. تُصنَعُ معظمُ المَغانِطِ الكهربائيّةِ من سِلْكٍ مُلتَفٍّ حول مَعدِنٍ لتَعزيزِ القوّةِ المِغنَطيسيّةِ.

**موادُّ مِغنَطيسيّة** موادُّ تَنجذِبُ بالمِغنَطيسِ. الحديدُ والنّيكلُ مادّتانِ مِغنَطيسيّتانِ. وكذلك هي أنواعٌ عديدةٌ منَ الموادِّ التي تَحتوي أيًّا من هاتَينِ المادّتَينِ. الفولاذُ، مثلًا، يَحتوي على نِسْبةٍ عاليةٍ منَ الحديدِ لذا فإنّه مادّةٌ مِغنَطيسيّةٌ.

**مُوصِّل** الموادُّ التي تَسري فيها الكهرباءُ نُسمّيها مُوصِّلةً. المَعدِنُ والماءُ كلاهُما مُوصِّلٌ جيّدٌ. ويُشكِّلُ هذانِ المادّةَ الخامَ للعديدِ منَ الأجزاءِ الكهربائيّةِ، مثلِ الأسلاكِ ومَفاتيحِ القَطْعِ والوَصْلِ واللَّمباتِ. قد تَقَعُ أيضًا على كلمةِ مُوصِّلٍ عند الحديثِ عن مَوضوعاتٍ غيرِ الكهرباءِ، مثلًا المُهندِسونَ كثيرًا ما يُشيرونَ إلى مَعدِنٍ على أنّه جيّدُ التَّوصيلِ للحرارةِ.

**نِطاقات** ملايينُ المَغانِطِ الصَّغيرةِ، أصغرُ من أن نَراها، والتي تَتشكّلُ منها كلُّ أنواعِ المادّةِ. نِطاقاتُ المِغنَطيسِ تَصطَفُّ كلُّها في الاتّجاهِ نَفْسِهِ. وتَضعُفُ مِغنَطيسيّتُها إذا اضْطَرَبَت اتّجاهاتُها، على سَبيلِ المِثالِ عند طَرْقِها بمِطرَقةٍ.



# تعريفات

**إلِكْترون** جُسَيمٌ دقيقٌ أصغرُ من أن يُرى. في كلِّ ذَرّةٍ إلِكْترونٌ واحدٌ أو أكثرُ. عندما تَسري الإلِكْتروناتُ في الأشياءِ، في سِلْكٍ مثلًا، فإنّها تُولِّدُ كهرباءَ تيّارٍ. وعندما تَترُكُ شيئًا، بالدَّلْكِ مثلًا، وتَقعُ على آخرَ فإنّها تُولِّدُ كهرباءَ إستاتيّةً أو ساكِنةً.

**بوصَلة** نَبيطةٌ يُمكِنُ اسْتِخدامُها لمعرفةِ اتّجاهِ الشَّمالِ التَّقريبيِّ. أهمُّ أجزاءِ البوصَلةِ هو المؤشِّرُ (أو الإبْرة)، والذي هو مِغنَطيسٌ. والمُؤشِّرُ، كالمَغانِطِ كلِّها، يُشيرُ، عندما يكونُ عنده حُرّيّةُ الحَرَكةِ، إلى اتّجاهٍ شَماليٍّ جنوبيٍّ تَقريبيٍّ.

**تَنافُرُ المَغانِط** أن يَتنافَرَ شيئانِ يعني أن يَتباعَدا. يَحدُثُ هذا عندما يكونُ لهما الشِّحْنةُ الكهربائيّةُ نَفْسُها (عندما يكونُ لكليهِما إلِكْتروناتٌ أكثر ممّا يَجِبُ أو أقلّ ممّا يَجِبُ). ويَتنافَرُ مِغنَطيسانِ إذا كان القُطْبُ الشَّماليُّ لأحدِهِما قريبًا منَ القُطْبِ الشَّماليِّ للآخرِ. ويَتنافَرانِ أيضًا إذا كان القُطْبُ الجنوبيُّ لأحدِهِما قريبًا منَ القُطْبِ الجنوبيِّ للآخرِ.

**تيّار** مِقياسٌ لكَمّيّةِ الكهرباءِ السّاريةِ. يُقاسُ التَّيّارُ بالأَمپيرِ (أ). يكونُ للدّارةِ تيّارٌ أقوى إذا كان يَسهُلُ على البطّاريّةِ دَفْعُ الكهرباءِ في الدّارةِ. تيّارٌ أقوى يَعني أنّ مزيدًا منَ الإلِكْتروناتِ يَسري في الدّارةِ.

**جَذْب** يَجذِبُ المِغنَطيسُ أجسامًا تَحتوي على كثيرٍ منَ الحديدِ أو النّيكلِ. ويَتجاذَبُ مِغنَطيسانِ إذا كان القُطْبُ الشَّماليُّ لأحدِهِما قريبًا منَ القُطْبِ الجَنوبيِّ للآخرِ.

**حَقْل مِغنَطيسيّ** المَجالُ المُحيطُ بمِغنَطيسٍ حيث يُمكِنُ رؤيةُ أثَرِهِ في جَذْبِ الأشياءِ أو صَدِّها. للمَغانِطِ الأقوى حَقْلٌ مِغنَطيسيٌّ أكبرُ.

**دارةُ التَّوازي** هي الدّارةُ التي تكونُ فيها البطّاريّاتُ أو بعضُ المُقوِّماتِ، أو الأجزاءِ، مَوصولةً بعضُها عبر بعضٍ.

**دارةُ التَّوالي** هي الدّارةُ التي تكونُ مُقوِّماتُها، أو أجزاؤُها، كلُّها مَوصولٌ الواحدُ تِلوَ الآخرِ.

**دارة قصيرة** مَسارٌ سَهْلٌ للغايةِ تَأخُذُهُ الكهرباءُ مُتجنِّبةً مَسارَ الدّارةِ العاديَّ. إذا وَصَلْنا سِلْكًا إلى طَرَفَي التَّوصيلِ في البطّاريةِ فإنّه يُشكِّلُ دارةً قصيرةً. الكهرباءُ تَأخُذُ دائمًا دارةً قصيرةً حين يُمكِنُها ذلك.

**شِحْنة** يكونُ لشيءٍ شِحْنةٌ إذا كان له أكثرُ ممّا يَلزَمُ منَ الإلِكْتروناتِ أو أقلُّ ممّا يَلزَمُ. قد يَحدُثُ ذلك عندما تَدلُكُ شيئًا بشيءٍ آخرَ لتَوليدِ كهرباءٍ إستاتيّةٍ. يكونُ لشيئَينِ الشِّحْنةُ نَفْسُها إذا فَقَدا كلاهُما إلِكْتروناتٍ أو إذا كَسَبا كلاهُما إلِكْتروناتٍ. ويكونُ لهما شِحْنتانِ مُختلِفتانِ إذا كَسَبَ أحدهُما إلِكْتروناتٍ بينما فَقَدَ الآخَرُ إلِكْتروناتٍ.

**عازِل** مادّةٌ تَجعَلُ سَرَيانَ الكهرباءِ أمرًا عسيرًا جدًّا. الخَشَبُ والوَرَقُ والزُّجاجُ والپلاستيكُ كلُّها موادُّ جيّدةُ العَزْلِ. تُغلَّفُ المَكِناتُ الكهربائيّةُ وأجزاؤُها عادةً بعازِلٍ لجَعْلِها آمِنةً – مثلًا، تُغلَّفُ الأسلاكُ عادةً بالپلاستيكِ، ويكونُ التِّلفزيونُ داخلَ قَفَصٍ پلاستيكيٍّ. يَستخدِمُ النّاسُ كلمةَ عازِلٍ أيضًا عندما لا يَتحدَّثونَ عن الكهرباءِ. مثلًا، عندما يَبحَثونَ عن مادّةٍ تكونُ عازِلًا جيّدًا للحرارةِ.

**فَتيلة** السِّلْكُ الرَّفيعُ المُلتَفُّ داخلَ لَمبةٍ. يَصعُبُ على الكهرباءِ السَّرَيانُ في هذا السِّلْكِ لذا تَتحوَّلُ إلى شكلٍ آخرَ من أشكالِ الطّاقةِ هو الحرارةُ. وهذا يَجعَلُ الفَتيلةَ تَتوهَّجُ بضَوءٍ أبيضَ مُولِّدةً الضَّوءَ.

**ڤُلْط (ڤ)** وَحدةُ القوّةِ الدّافعةِ الكهربائيّةِ. والڤُلْطيّةُ هي قياسُ قوّةِ الدَّفعِ الكهربائيِّ للإلِكتروناتِ في مَسارِ الدّارةِ. ڤلطيّةُ معظمِ البطّاريّاتِ مُسجَّلةٌ على غِلافِها. إنّ لبطّاريّةٍ 4,5 ڤلط مثلًا قوّةَ دفْعٍ كهربائيٍّ تُوازي ثلاثةَ أضعافِ قوّةِ بطّاريّةِ 1,5 ڤلط.

# مَسرَد (كَشّاف)

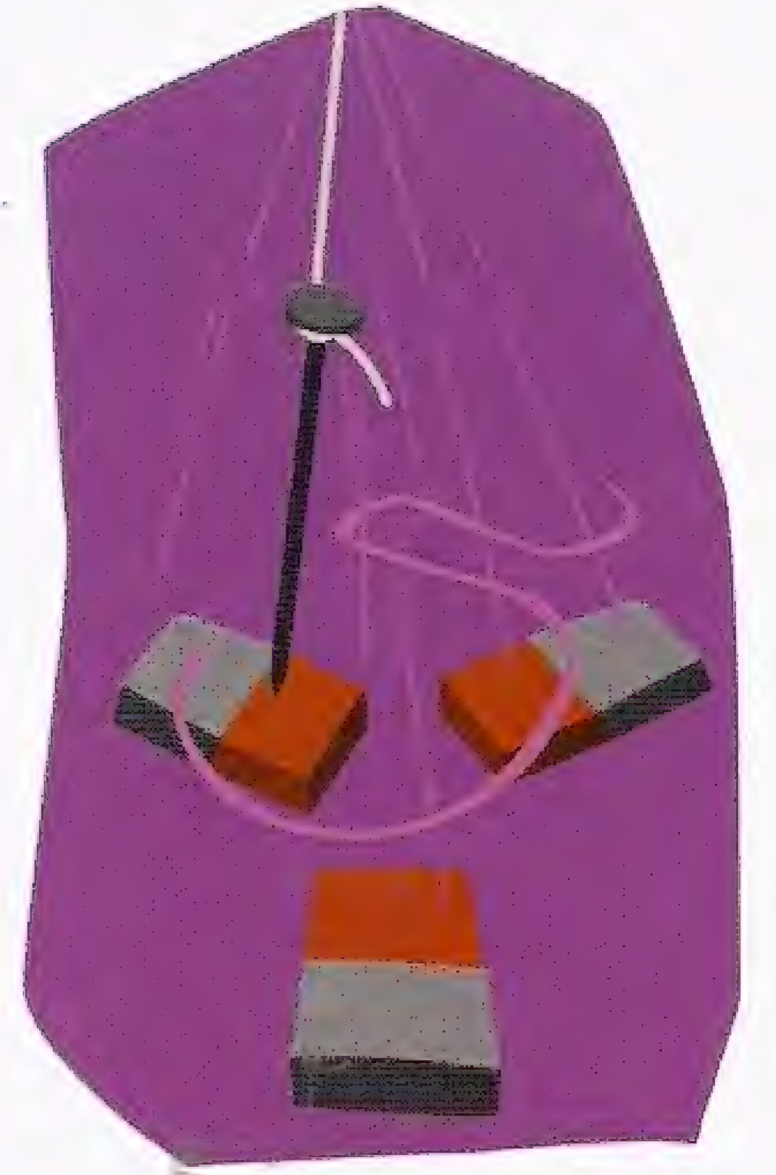

عرب كوميكس
www.arabcomics.net




# أنشطة العلوم

## الكهرباء والمغنطيسيّة

### أكثر من 40 تجربة مدهشة



**حرِّكْ حيّات من ورق بكهرباء إسْتاتيّة!**
**تحسَّسْ بلسانِكَ لَذْعةَ بطّاريّة تصنعُها بنفسك من نُقود معدِنيّة وليمون! قُمْ بإنْجازِ مَشروع فنّيّ مُستخدِمًا قوّةَ المِغنَطيس!**

اِستكشِفِ العُلوم في تَجارِبَ مثيرةٍ عظيمةِ الفائدة.
مَبادئُ العُلوم وحقائقُها تتكشَّفُ بكلّ حَيويّتها
وبأوضَحِ صورة من خلال موادَّ مألوفةٍ في الحياة اليوميّة.
لم يَكُنِ العِلْمُ في يوم من الأيّام على هذا القَدْرِ منَ التَّشويق.



- تَجارِبُ تَنتقِلُ بك خُطوة خُطوة – سواء القديمة منها أو الجديدة.
- إرشادات واضِحة ورُسوم بديعة.
- تعريفات ومَسرَد
- مِثاليّ لطُلّاب المدارس الاِبتدائيّة والمُتوسِّطة، ولكلّ عالِم صغير يَتفتَّحُ على العِلْم ويَحلُمُ أن يَصيرَ عالِمًا كبيرًا.



في هٰذه السِّلسِلة

القُوى والحَركة
الكَهرَباء والمِغنَطيسيّة
المادّة والموادّ
الصَّوت والضَّوء



ISBN 9953-1-0514-6




ELECTRICITY AND MAGNETS
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

مكتبة لبنان ناشرون

راجِع كتالوغنا على: www.ldlp.com

# أنشطة العلوم

## المادة والمواد



إعداد
دائرة النشر في مكتبة لبنان ناشرون

مكتبة لبنان ناشرون

# المُحتَويات





كِينْغ فِيشَر
مَكتَبة لبْنَان نَاشِرُون ش.م.ل.

نَشْر مَكتَبة لبْنَان نَاشِرُون
بالتَّعاوُن مَع شَرِكَة كِينْغ فِيشَر لِلنَّشْر



مَكتَبة لبْنَان نَاشِرُون
صُندُوق البَريد : 9232-11
بَيروت - لبْنَان
وُكَلاء وَمُوزّعون في جَميع أنحَاء العَالَم
الطَّبعَة الأولى : 2002
طُبِعَ في لبْنَان

ISBN 9953-1-0515-4



## رَمْزُ السّاعة




يُشيرُ رَمْزُ السّاعةِ في بدايةِ كلِّ تَجرِبةٍ إلى الوقتِ التَّقريبيِّ الذي يَستغرِقُهُ النَّشاطُ. تَستغرِقُ التَّجارِبُ كلُّها ما بين 5 دقائقَ و40 دقيقةً. إذا كنتَ تَستخدِمُ غِراءً، تَستغرِقُ التَّجرِبةُ وقتًا أطوَلَ ليُتاحَ للغِراءِ أن يَجِفَّ.

## تَنبيه



تَشتمِلُ بعضُ التَّجارِبِ على حرارةٍ عاليةٍ أو لَهَبٍ أو على استِخدامِ مِطرَقةٍ. في مثلِ هذه الحالاتِ، وفي كلِّ نشاطٍ آخَرَ تَجِدُ فيه رَمْزَ التَّنبيهِ هذا، اطلُبِ العونَ من راشِدٍ.





لا تَلمِسْ وجهَكَ أو تَفرُكْ عَينَيكَ، خُصوصًا إذا كنتَ تَستعمِلُ موادَّ مثلَ الملحِ وصودا الغسيلِ والتُّربةِ.



اِغسِلْ يَدَيكَ دائمًا وافرُكْ أظافِرَكَ على أحسنِ وجهٍ بعد أن تَنتهيَ من عَمَلِكَ.

## تُواجِهُ صُعوباتٍ؟



لا تَيأسْ إذا واجَهَتكَ في بدايةِ بعضِ الأَنشِطةِ صُعوباتٌ. الصُّعوباتُ تواجِهُ حتّى كبارَ العُلَماءِ!



إذا بَدا لك أنّ التَّجرِبةَ لا تَسيرُ على النَّحوِ الصَّحيحِ، اقْرأْ خُطواتِ النَّشاطِ ثانيةً ثمّ قُمْ بمُحاوَلةٍ أُخرى.



إذا رأيتَ أنّك عاجزٌ عن إكمالِ النَّشاطِ، تَذكَّرْ أنّ الأهلَ أو المُعلِّمينَ يُمكِنُ أن يُعاوِنوكَ في عَمَلِكَ.

## كلمات عَويصة؟



إذا واجَهَتكَ كلمةٌ عَويصةٌ، أي صَعبةٌ، لا تَعرِفُ مَعناها، أو إذا كنتَ تُريدُ أن تَزدادَ مَعرِفةً، انظُرْ إلى بابِ التَّعريفاتِ في الصَّفحتَينِ 38 و39.

# من هنا نَبدأ

العالَمُ الذي نَعيشُ فيه يَتشكَّلُ منَ المادّةِ. ما الذي يَعنيهِ ذلك بالضَّبطِ؟ تَشتمِلُ المادّةُ على كلِّ ما له كُتلةٌ ويَشغَلُ حَيِّزًا. أَجسامُنا، والهواءُ الذي نَتنفَّسُهُ، والماءُ الذي نَشرَبُهُ، كلُّها أمثلةٌ على المادّةِ. منَ المادّةِ أنواعٌ عديدةٌ نَستخدِمُها في حياتِنا وفي صِناعاتِنا.



بعضُ الموادِّ، مثلُ الصُّخورِ والتُّربةِ والهواءِ والخَشَبِ، موادُّ طبيعيّةٌ.

وبعضُها الآخَرُ، مثلُ الفِلِزّاتِ أو المَعادِنِ الفِلِزّيّةِ والزُّجاجِ والپلاستيكِ والوَرَقِ، موادُّ مصنوعةٌ، أي صَنَعَها الإنسانُ.

يُريكَ هذا الكتابُ خصائصَ أنواعٍ مُختلِفةٍ منَ الموادِّ. ويُساعِدُكَ على فَهْمِ كيف تُختبَرُ هذه الموادُّ المُختلِفةُ قبلَ اختيارِها لتُستخدَمَ في الصِّناعةِ أو البِناءِ.

## لَوازِمُ التَّجارِبِ

سيَلزَمُكَ بضعةُ أشياءَ ممّا تأْلَفُهُ في حياتكَ اليوميّةِ مثلُ خيوطِ دوبارةٍ، وأَربِطةٍ مطّاطيّةٍ، وقناني پلاستيكٍ، وبعضِ لَوازِمَ أُخرى تَجِدُها في المطبخِ.

قِنّينةُ پلاستيك

شفّافة وكوب

فِلْتَرُ (مُرشِّح) قهوة

مُنخُلُ طحين

هَرّاسةُ بطاطس

خيطُ دوبارة

أَربِطة مطّاطيّة

## خُطوات تَنظيميّة

قُمْ بتَجربتِكَ على سطحِ طاولةٍ ثابتةٍ. لا تَنْسَ أوّلًا أن تُغطّيَ الطّاولةَ بجرائدَ لحمايةِ سطحِها.

إذا احْتَجتَ أن تَصُبَّ ماءً، ضَعْ تحت الإناءِ صينيّةً لتَلقّي ما قد يَسيلُ أو يَفيضُ من ماءٍ.

اِستخدِمِ المِطرَقةَ فوق لوحِ فَرْمٍ قديمٍ تَضَعُهُ على سطحٍ ثابتٍ مثلِ طاولةٍ أو الأَرْضِ.

## كَبْسُ الموادّ

ضَعْ عَيِّناتِكَ على لَوحِ الفَرْمِ واكبِسْها بهَرّاسةِ البطاطسِ، واحدةً بعد الأُخرى. أُنظُرْ ما يَحدُثُ لكلِّ مادّةٍ إذ تَزيدُ تدريجيًّا من قوّةِ الكَبْسِ.



بِمَ تشعُرُ إذ تَكبِسُ كلًّا منَ الموادّ؟

### اللَّوازم

5

- هَرّاسةُ بطاطس
- قِطَع صغيرة من مِمحاة، ومُعجَّنات باسْتا مُجفَّفة، ومَعجونُ تَشكيل

### ماذا حَدَثَ ؟

كَبْسُ المادّةِ يُمكِّنُنا من اختبارِ قُدرتِها على تَحمُّلِ قوّةٍ نُسمّيها الإنضِغاطَ أو الضَّغْطَ. الموادُّ المَرِنةُ، مثلُ قِطَعِ المِمحاةِ، تَرتَدُّ إلى ما كانت عليه بعد زوالِ القوّةِ المؤثِّرةِ. الموادُّ القَصِفةُ تَتحطَّمُ بفِعْلِ القوّةِ المؤثِّرةِ. مَعجونُ التَّشكيلِ ليس له مُرونةُ قِطَعِ المِمحاةِ، فتَضغَطُهُ القوّةُ المؤثِّرةُ عبر ثُقوبِ هَرّاسةِ البطاطسِ.

## نَظرة إلى الماضي

### المَعدِنُ الأوّل

منذ نحوِ ستّةِ آلافٍ وخمسمئةِ سنةٍ، كان المِصريّونَ أوّلَ مَن اكتَشَفَ مَعدِنًا - وكان مَعدِنَ النُّحاسِ. والنُّحاسُ، كمُعظَمِ المَعادِنِ الأُخرى، يوجَدُ في الطَّبيعةِ على شكلِ خاماتٍ أي على شكلِ صخورٍ يُستخرَجُ منها المَعدِنُ. وكان المِصريّونَ يُحرِّرونَ النُّحاسَ من خاماتِهِ بأن يُطلِقوا تَيّارًا منَ الهواءِ في فُرْنٍ منَ الفَحْمِ النَّباتيِّ المُشتعِلِ، ثمّ يَجمَعونَ النُّحاسَ الذّائبَ ويَستخدِمونَهُ في الصِّناعةِ.



### الموادّ في حياتنا اليوميّة

ما نِسبةُ الموادِّ الطَّبيعيّةِ في عالَمِنا اليومَ؟ الموادُّ الطَّبيعيّةُ التي تَراها من حولِكَ في الغالِبِ هي الخَشَبُ والحِجارةُ والقُطْنُ والصّوفُ. أمّا مُعظَمُ الموادِّ فمُصنَّعةٌ. البِلاستيكُ نُصنِّعُهُ منَ النَّفطِ الخام. المَعادِنُ، مثلُ الحديدِ والفولاذِ والنُّحاسِ والألومنيوم، مُستخرَجةٌ من خاماتٍ صخريّةٍ.

# الفَرْض أو الخَدْش، والكَبْس

للموادِّ المُختلِفةِ خَواصُّ مُختلِفةٌ – على سبيلِ المِثالِ، مَلابِسُكَ ناعمةٌ وقابلةٌ للتَّمدُّدِ، لكنّ موادَّ البناءِ، مثلَ الخَشَبِ أو القِرميدِ، صُلْبةٌ ومَتينةٌ. يَختبِرُ العُلَماءُ الموادَّ لمَعرفةِ خَواصِّها ومُقارَنتِها. ويُمكِّنُهم ذلك من اختيارِ أفضلِ الموادِّ في الصِّناعاتِ المُختلِفةِ.

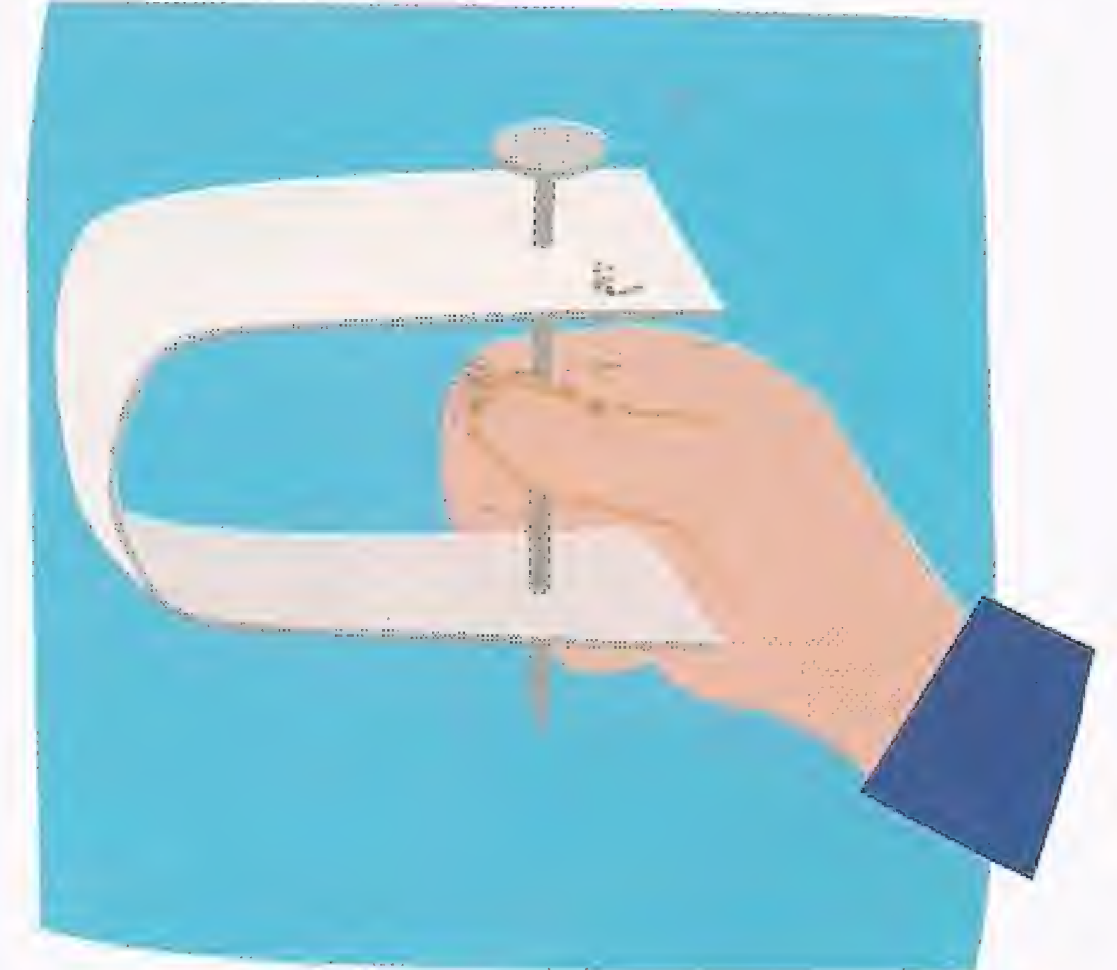


## صُلْب أو طريّ؟

مُحاوَلةُ فَرْضِ، أو خَدْشِ، الموادِّ تُساعِدُ على مَعرفةِ مدى صلابتِها. اِسأَلْ راشدًا أن يَسمَحَ لك بِاستِخدامِ مِطرَقةٍ، وأن يُساعِدَكَ في هذا النَّشاطِ.

**اللَّوازم** (20)

- مِسمار طوله 10 سم
- مِطرَقة
- جَورَب قديم
- شريط منَ الوَرَق المُقوّى قياس 5 سم × 25 سم
- عَدَسة مُكبِّرة
- لَوحُ فَرْم قديم
- عَيِّنات من موادَّ صُلْبة مثل الخَشَب، وأَصيص منَ الصَّلصال، ومَلاعِق بلاستيكيّة ومَعدِنيّة، وحَجَر، ومِمحاة



**1** اِعمَلْ ثَقْبًا على بُعْدِ 2 سم من كلٍّ من طَرَفَي شريطِ الوَرَقِ المُقوّى. اِلْوِ الشَّريطَ على شكلِ حرف «ن» وادفَعِ المِسمارَ عبر الثَّقْبَينِ، وتأكَّدْ من أنّه ثابتٌ في مَوضِعِه.



**2** ضَعْ إحدى العَيِّناتِ داخلَ الجَورَبِ على لَوحِ الفَرْمِ. رَكِّزْ رأسَ المِسمارِ على أعلى العَيِّنةِ. اِضرِبْ طَبْعةَ المِسمارِ بعَزْمٍ. يَنبغي ألّا يَزيدَ علوُّ ضَرْبةِ المِطرَقةِ على 15 سم.



**3** أَخرِجِ العَيِّنةَ منَ الجَورَبِ. اِستخدِمْ عَدَسةً مُكبِّرةً لتَرى ما إذا كان المِسمارُ قد فَرَضَ، أو خَدَشَ، المادّةَ. الآنَ جَرِّبِ الخُطوتَينِ 2 و3 مع عَيِّناتٍ من موادَّ أُخرى وانظُرْ ما يَحدُثُ.

### ماذا حَدَثَ؟

الموادُّ المُختلِفةُ تَتأثَّرُ عند ضَرْبِها بشِدّةٍ بطُرُقٍ مُختلِفةٍ. بعضُها، مثلُ الموادِّ الصَّخريّةِ والفَخّاريّةِ، هي منَ الصَّلابةِ بحيث لا تَنخدِشُ. لكنّها قَصِفةٌ وقد تَتحطَّمُ إلى شَظايا. وبعضُها الآخَرُ، مثلُ المَعادِنِ، صُلْبةٌ وغيرُ قَصِفةٍ، فيَترُكُ فيها المِسمارُ خَدْشًا بسيطًا. ومنَ الموادِّ ما هو طريٌّ مثلُ الخَشَبِ، وهذه يَنغرِزُ فيها المِسمارُ ويَثقُبُها. أمّا الموادُّ البلاستيكيّةُ فقد تكونُ طريّةً أو صُلْبةً أو مَتينةً أو قَصِفةً.

## إختبارُ الرَّقائق

من كلِّ مادّةٍ فَصِّلْ رَقائقَ قياسُها 1 سم × 15 سم. لُفَّ رُقاقةً حول مِلقَطِ غسيلٍ كما ترى لَفًّا مَشدودًا. اِبْدأ بالضَّغطِ على المِلقَطِ وتابعِ الضَّغطَ إلى أن تَنقطعَ الرُّقاقةُ. اِفعَلِ الأمرَ نفسَهُ مع كلٍّ منَ الرَّقائقِ.

**أيُّ المواد أسهلُ انقِطاعًا؟**

### اللّوازم

15

- رَقائقُ من موادَّ مُختلِفة، مثل وَرَق تَغليف، ووَرَق لَفّ فِلْميّ، ووَرَق جرائد، ووَرَق صحّيّ
- مِلقَط، مِشبكُ غسيل
- مِقَصّ



### ماذا حَدَثَ ؟

بعضُ الموادِّ أكثرُ مُرونةً ومطّاطيّةً من سِواها، وهذا يَعني أنّها تَمتَطُّ أكثرَ قبل انقِطاعِها أو انقِصافِها. الموادُّ الوَرَقيّةُ مَصنوعةٌ من جُسَيماتٍ نُسمّيها أَليافًا، وهذه سريعةُ التَّمزُّقِ. أمّا الموادُّ البلاستيكيّةُ مثلُ الوَرَقِ الفِلْميِّ فهي مَصنوعةٌ من جُسَيماتٍ نَدعوها جُزَيئاتٍ، وهذه تَتَّصِفُ بالتَّماسُكِ، وتَمتَطُّ قبل أن تَنقطِعَ.



## الرَّوافِع وكَبْلاتها

تُصنَعُ كَبْلاتُ الرَّوافِعِ منَ الفولاذِ. وهي قادرةٌ على تَحمُّلِ أحمالٍ ثقيلةٍ دون أن تَنقطِعَ. إنّ قوّةَ شَدِّ الفولاذِ أعظمُ من قوّةِ شَدِّ النُّحاسِ بأربعِ مرّاتٍ، وأعظمُ من قوّةِ شَدِّ النّايلون بعَشْرِ مرّاتٍ.

**نَظرة إلى الماضي**

## أكياسُ بوليثين



تُصنَعُ أكياسُ البوليثين من غازِ الإيثين. وقد اختُرِعَت هذه المادّةُ في إنجلترا في العام 1933 واستُخدِمَت في عَزْلِ كَبْلاتِ رادَاراتِ الطّائراتِ. في العام 1950 حَلَّ البوليثين مَحلَّ الوَرَقِ في تَغليفِ الطّعامِ وفي صُنْعِ أكياسِ الحَمْلِ. اليومَ، نَستعمِلُ أكياسَ البوليثين في حَمْلِ البضائعِ التي نَتسوّقُها، لكنْ إذا أفرَطْنا في تَحميلِها فإنّها في نِهايةِ الأمرِ تَتمزّقُ.

# الـمَطّ والِانقصاف

المدى الذي يُمكِنُ للمادّةِ أن تُشَدَّ إليه ، أو أن تَمتَطَّ إليه ، يُسمّى مُقاوَمةَ الشَّدِّ . يَختارُ المُهندِسونَ لأنواعٍ مُعيَّنةٍ منَ المَصنوعاتِ الموادَّ ذاتَ المُقاوَمةِ الكبيرةِ للشَّدِّ . فلكَبْلِ الرّافعةِ الفولاذيِّ ، على سبيلِ المِثالِ ، مُقاوَمةُ شَدٍّ عاليةٌ وهو قادرٌ على أن يَحمِلَ حِمْلًا ثقيلًا للغايةِ .

## خُيوط وأَسلاك

قارِنْ مُقاوَمةَ الشَّدِّ لثلاثةِ أنواعٍ مُختلِفةٍ منَ الموادِّ. تَذكَّرْ أن تُعيدَ التَّجرِبةَ مُستخدِمًا في كلِّ مرّةٍ خَيطًا مُختلِفًا.

اللَّوازم

20

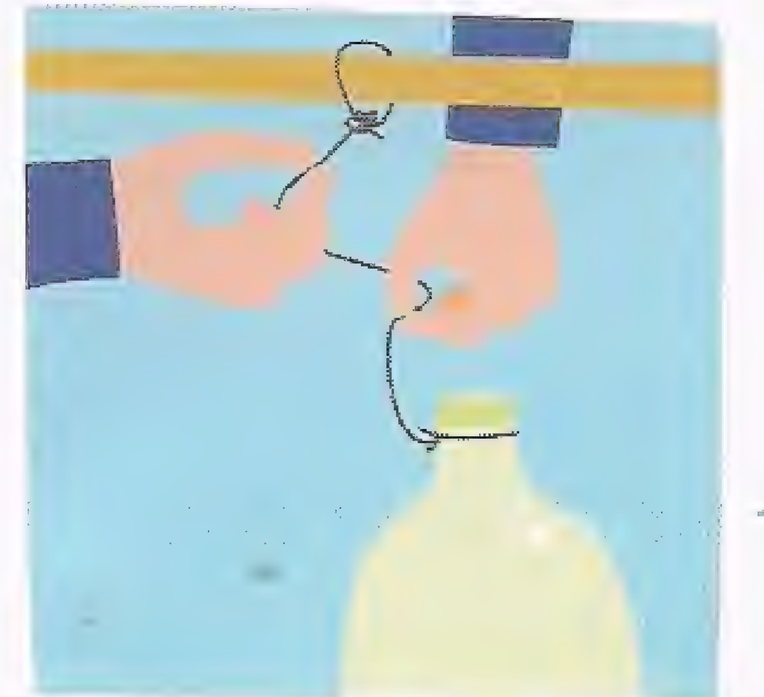
- قِنّينة بلاستيكيّة سِعتُها لتران
- عصا مِكنَسة
- كُرسيّا مطبخ
- إبريقُ كَيْل يَحتوي على لتر منَ الماء
- قَلَم
- ثلاثةُ خُيوط منَ السَّماكة نفسِها، مثلًا خَيط صوفيّ، وخَيط نايلون لتنظيف الأَسنان، وسِلْك مِصْهَر نُحاسيّ



1 ضَعِ المِكنَسةَ أُفُقيًّا فوقَ كُرسيَّينِ ، كما تَرى في الصّورةِ .



2 صُبَّ لترَ الماءِ في القِنّينةِ . قُمْ بذلك على مَهْلٍ بحيث تَتمكَّنُ من تَعليمِ مُستوى الماءِ في القِنّينةِ كلَّ 100 مل . لـ100 مل منَ الماءِ كُتلةُ 100 غ ، لذا ضَعْ علاماتِ 100غ ، 200 غ ، 300 غ ، وهكذا .



3 أَفرِغِ القِنّينةَ منَ الماءِ . اِربِطْ أحدَ طَرَفَي خَيطٍ حول عُنُقِ القِنّينةِ والطَّرَفَ الآخَرَ حول قَبْضةِ المِكنَسةِ . يَنبغي أن تكونَ القِنّينةُ مَرفوعةً قليلًا عنِ الأَرضِ .

4 أَسنُدِ القِنّينةَ بإحدى يَدَيكَ وصُبَّ فيها ماءً بِبُطْءٍ . بعد كلِّ 100 مل منَ الماءِ ، أَغلِقِ القِنّينةَ بِغِطائها ، وأَبعِدْ يَدَكَ عنها . عندما يَنقطِعُ الخَيطُ ، لاحِظْ مُستوى الماءِ في القِنّينةِ . كَرِّرِ الخُطوتَينِ 3 و4 مع أَنواعٍ أُخرى منَ الخُيوطِ . أيُّها يَدومُ أطوَلَ من غيرِ أَن يَنقطِعَ؟

### ماذا حَدَثَ ؟

الجاذبيّةُ الأَرْضيّةُ تَضغَطُ على ماءِ القِنّينةِ نُزولًا. وهذا يُوْجِدُ في الخَيطِ قوّةَ شَدٍّ تَتسبَّبُ بمَطِّهِ ومن ثَمّ انقِطاعِهِ. وتَتوقَّفُ السُّرعةُ التي يَنقطِعُ بها الخَيطُ على سَماكتِهِ وعلى المادّةِ المَصنوعِ منها. خَيطُ الصّوفِ مَصنوعٌ من مادّةٍ طبيعيّةٍ ولا يَمتازُ بالمَتانةِ. أمّا خَيطُ تَنظيفِ الأَسنانِ، وهو مَصنوعٌ من مادّةٍ بلاستيكيّةٍ نُسمّيها النّايلون، وسِلْكُ المِصهَرِ النُّحاسيُّ فلكِلَيهما قوّةُ شَدٍّ أعظمُ ممّا للصّوفِ.

## تركيبُ التُّربة

إمْلأ رُبْعَ القِنّينةِ بتُربةٍ ثمّ امْلأ ثُلْثَيها بماءٍ. سَكِّرِ القِنّينةَ بغِطائها المُلَولَبِ وهُزَّها بشِدّةٍ. أُترُكِ القِنّينةَ تَستقِرُّ وراقِبْ كيف تَتشكّلُ في القِنّينةِ طَبَقاتٌ عِدّةٌ.



### اللّوازم

10

- قِنّينة پلاستيكيّة ذات غِطاء مُلَولَب
- تُربة جافّة
- ماء




### ماذا حَدَثَ ؟

حبّاتُ الرَّملِ الكبيرةُ والحصى تكونُ أوّلَ ما يَستقِرُّ في القاعِ. الطَّبَقةُ التاليةُ إلى أعلى هي منَ الرَّملِ النّاعمِ، يَليها طَبَقةٌ غِرْينيّةٌ منَ الرَّملِ الطّينيِّ، ثمّ طَبَقةٌ صَلصاليّةٌ. ويَطفو فوق ذلك جُسَيماتٌ صَلصاليّةٌ أصغرُ من أن تَستقِرَّ في القاعِ. وقد تَرى أيضًا دُبالًا طافيًا على السَّطحِ. وإذا أنت اختَبَرتَ عَيّناتٍ مُختلفةً منَ التُّربةِ سَتَرى كيف أنّ التُّربةَ تَختلِفُ من مَوضِعٍ إلى آخَرَ.

## صلابةُ الصُّخور

أُفرُكْ كلَّ عَيّنةٍ من عَيّناتِ الصُّخورِ على وَرَقِ صَنْفَرةٍ لتَرى ما إذا كانت تَتفتّتُ بسهولةٍ. بعد فَرْكِ الصَّخرةِ، انظُرْ إلى سَطحِها لتَرى مدى نُعومتِهِ أو خُشونتِهِ.



### اللّوازم

10

- عَيّنات من صُخور مُختلِفة، مثل الطَّباشير والحَجَر الرَّمليّ وحَجَر الغرانيت أو الصَّوّان
- وَرَق صَنْفَرة خَشِن




### ماذا حَدَثَ ؟

وَرَقُ الصَّنْفَرةِ مُغلَّفٌ بطَبَقةٍ من جُسَيماتٍ خَشِنةٍ حادّةٍ. وهذه تَحُتُّ بسهولةٍ الصَّخرَ الطَّريَّ وتُفتِّتُهُ إلى حُبَيباتٍ رَمليّةٍ. للطَّقسِ التّأثيرُ نفسُه على الصُّخورِ، لكنّ تَحوُّلَ الصُّخورِ الكبيرةِ إلى حُبَيباتِ رَملٍ يَستغرِقُ ملايينَ السِّنينَ.



## جُيوب رَمليّة

في أَنحاءٍ مُختلِفةٍ منَ العالَمِ، تَنمو بعضُ النَّباتاتِ الجَبَليّةِ في جُيوبٍ صغيرةٍ منَ التُّربةِ مَحميّةٍ في شُقوقٍ بين الصُّخورِ. تَحتوي التُّربةُ موادَّ كيماويّةً تَحتاجُ إليها النَّباتاتُ كلُّها في نُموِّها.

# التُّـربة

التُّربةُ واحدةٌ من أهمِّ الموادِّ في العالَمِ. النَّباتاتُ تَحتاجُ في نُموِّها إلى التُّربةِ وتَعتمِدُ الحيواناتُ على النَّباتاتِ مَصدَرًا للغِذاءِ. لولا التُّربةُ، لكانتِ الحياةُ على الأَرْضِ شِبهَ مُستحيلةٍ. منَ التُّربةِ أَنواعٌ عديدةٌ، لكنّها كلَّها تَتشكَّلُ من خَليطِ الرَّملِ، والطّينِ الصَّلصاليِّ، والدُّبالِ أي بقايا النَّباتاتِ المَيّتةِ المُتعفِّنةِ.

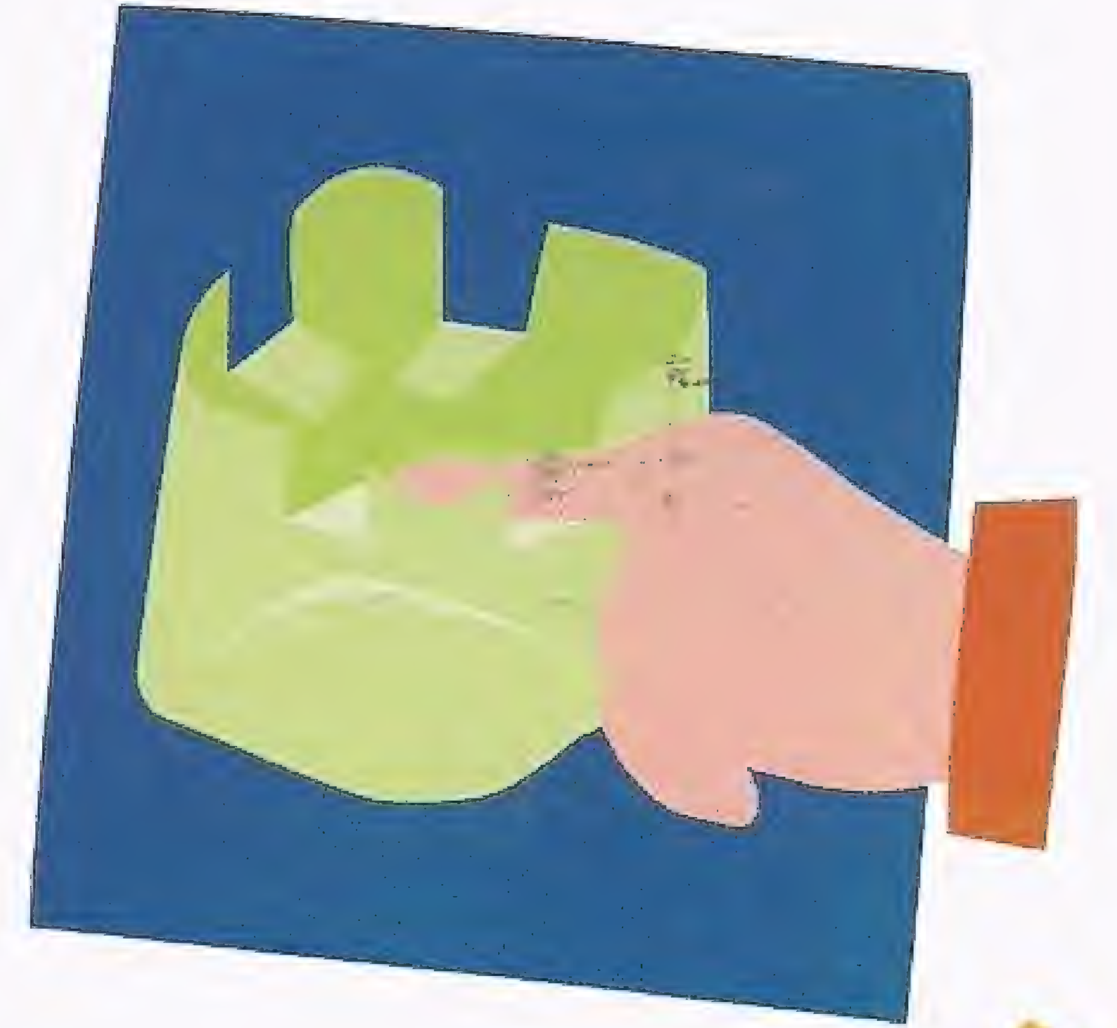
## اِختبارُ التُّربة

اِكتشِفْ نوعَ التُّربةِ في مِنطَقتِكَ – ما تَتشرَّبُهُ من ماءٍ وسرعةُ تَصريفِها له.




اللَّوازم

- تُربة جافّة
- قِنّينة پلاستيكيّة سِعة 500 مل
- مِلعَقة
- مِقَصّ
- قُطن
- مِلعَقةُ طعام
- إبريقُ ماء مُدرَّج



1 قُصَّ القِنّينةَ نِصفَينِ. اِعمَلْ شَقَّينِ نُزولًا في كلِّ جانبٍ من جَوانِبِ النِّصفِ السُّفليِّ منَ القِنّينةِ. اِطْوِ الأَجزاءَ المَشقوقةَ إلى الدّاخلِ ليكونَ لديكَ أربعُ عُرًى.



2 اِقلِبِ النِّصفَ العُلويَّ منَ القِنّينةِ رأسًا على عَقِبٍ ليكونَ لديكَ قِمْعٌ. الآنَ ادْفَعِ القِمْعَ في النِّصفِ السُّفليِّ منَ القِنّينةِ بحيثُ تُثبِّتُ العُرى عُنُقَ القِنّينةِ. اِدفَعْ كُرةً منَ القُطنِ في عُنُقِ القِنّينةِ.

3 أَضِفْ سِتَّ مَلاعِقَ منَ التُّربةِ ثمّ صُبَّ على مَهْلٍ 200 مل منَ الماءِ. وَقِّتِ الزَّمنَ الذي يَستغرِقُ التُّربةَ لتَتشرَّبَ الماءَ. ثمّ قِسْ كمّيّةَ الماءِ التي تَمُرُّ عبرَ التُّربةِ وتَسقُطُ في قاعِ القِنّينةِ.

### ماذا حَدَثَ ؟

يَنصرِفُ الماءُ عبرَ التُّربةِ بالتَّقطُّرِ عبرَ الفَراغاتِ الموجودةِ بين جُسَيماتِ التُّربةِ. لا يَنصرِفُ الماءُ المُضافُ كلُّه عبرَ التُّربةِ لأنّ بعضَهُ يَتشرَّبُهُ ما في التُّربةِ من طينٍ صَلصاليٍّ ودُبالٍ. جُسَيماتُ الطّينِ الصَّلصاليِّ أصغرُ من جُسَيماتِ الرَّملِ بمِئاتِ المرّاتِ. وهي تَسُدُّ الفَراغاتِ بين الرَّملِ والدُّبالِ وتُبطِئُ حركةَ الماءِ نُزولًا. بعضُ أَنواعِ التُّربةِ الصَّلصاليّةِ تُوقِفُ كلّيّةً تَصريفَ الماءِ. بإمكانِكَ أن تُلاحِظَ من خلالِ كمّيّةِ الماءِ التي تَمَّ تَصريفُها ما إذا كانت التُّربةُ رَمليّةً أو صَلصاليّةً.

## إختبارُ تَوصيل الحرارة

أَلصِقْ خَرَزةً إلى مسْكَةِ كلٍّ مِنَ المَلاعِقِ الثَّلاثِ بواسطةِ كُتلةٍ مِنَ الزُّبدةِ أو المَرْجَرينِ. أَوقِفِ الطّاسَ على جريدةٍ ورَتِّبْ فيه المَلاعِقَ بحيث تَظَلُّ مسْكاتُها خارجَ الحافّةِ. إسأَلْ راشدًا أن يَصُبَّ في الطّاسِ ماءً غاليًا. وَقِّتِ الزّمَنَ الذي تَستغرِقُهُ خَرَزةُ كلٍّ مِنَ المَلاعِقِ الثّلاثِ لتَسقُطَ.

20

### اللّوازم

- زُبدة أو مَرْجَرين
- مِلعَقة مَعدِنيّة وأُخرى پلاستيكيّة وأُخرى خَشبيّة
- طاس زُجاجيّ مُقاوِم للحرارة
- ثلاثُ خَرَزات پلاستيكيّة صغيرة
- ماء غالٍ (اطلُبْ مُساعَدة راشد)
- جريدة

**ما الذي يَجعَلُ الخَرزات تَسقُطُ؟**



### ماذا حدَثَ ؟

التَّوصيلُ يَحمِلُ الحرارةَ صُعودًا في مسْكةِ كلٍّ مِنَ المَلاعِقِ، ممّا يَتسبَّبُ في ذَوَبانِ الزُّبدةِ وبالتّالي سُقوطِ الخَرَزة. المَعدِنُ أفضلُ تَوصيلًا للحرارةِ مِنَ الخَشَبِ والپلاستيك. لذا فإنّ طَرَفَ مسْكةِ المِلعَقةِ المَعدِنيّةِ يَسخُنُ بسرعةٍ أكبرَ فتَسقُطُ عنها الخَرَزةُ أوّلًا. وتَستغرِقُ خَرَزةُ المِلعَقةِ الخَشَبيّةِ الفترةَ الأطوَلَ لتَسقُطَ لأنّ الخَشَبَ يَحتوي على هواءٍ وهو رَديءُ التّوصيلِ للحرارة.

## نَظرة إلى الماضي



### الحرارة شكل من أَشكال الطّاقة

قبل نحوِ مئتَي سنةٍ، كان العُلَماءُ يَعتقِدونَ أنّ الحرارةَ هي مائعٌ خَفيٌّ. لكن في العامِ 1851، قالَ وِليَم تومْسُن بالفكرةِ الحديثةِ التي مَفادُها أنّ تَسخينَ شيءٍ يَزيدُ من طاقةِ جُسَيماتِهِ ويَجعَلُها تُحوِّمُ بسرعةٍ أكبرَ.



### دِفء في الشِّتاء

هل تَساءلْتَ يومًا لِمَ تَنفُشُ الطُّيورُ ريشَها في الطّقسِ البارِدِ؟ تحت ريشِ الطُّيورِ أَلْيافٌ زَغِبةٌ تَحتبِسُ طَبَقاتٍ مِنَ الهواءِ. هذه الطَّبَقاتُ العازِلةُ تُقلِّلُ من فقدانِ الحرارةِ وتُحافِظُ على دِفْءِ الطّائرِ.

# حرارة مُتنقِّلة

تَسري الحرارةُ في الجَوامِدِ في عَمَليّةٍ نَدعوها التَّوصيلَ. بعضُ الموادِّ، مثلُ المَعادِنِ، تَسمَحُ للحرارةِ بالِانتقالِ عبرَها بسهولةٍ. ونُسمّيها موادَّ جيّدةَ التَّوصيلِ للحرارةِ. وبعضُ الموادِّ الأُخرى، مثلُ الوَرَقِ أو البلاستيكِ، رديئةُ التَّوصيلِ للحرارةِ لا تُمرِّرُ الحرارةَ بسهولةٍ، ونُسمّيها موادَّ عازِلةً. نحن نَستخدِمُ الموادَّ العازِلةَ للإبقاءِ على سُخونةِ الأشياءِ أو بُرودتِها.

**فقدانُ الحرارة**

تَبرُدُ المَشروبات السّاخنة لأنّ الحرارة تَنتقِلُ منَ السّائل السّاخن إلى الهواء الخارجيّ الأَبرَد أو الأقلّ حرارة.

## المُحافَظة على الدِّفء

اِكتشِفْ نوعَ المادّةِ العازِلةِ التي تُبقي المَشروبَ ساخنًا أطوَلَ مُدّة.

**اللّوازِم** 20

- أربعُ فَناجينَ مَصنوعة منَ الصّينيّ
- كيس پوليثين
- أربعُ أَربطة مطّاطيّة
- قُطن
- ماء ساخن تتحمَّلُه اليد
- ساعة



1 لُفَّ طَبقاتٍ من وَرَقِ الجرائدِ حول فِنجانٍ وثَبِّتْها برِباطٍ مطّاطيٍّ. لُفَّ فِنجانًا آخَرَ بقُطنٍ. وضَعْ فِنجانًا آخَرَ في كيسٍ مفتوحٍ منَ البوليثين. واترُكِ الفِنجانَ الأخيرَ على حالِه.

2 اِسألْ راشدًا أن يُسخِّنَ الماءَ إلى درجةٍ تَتحمَّلُها اليدُ، أي نحو (45°س). اِملأْ كلَّ فِنجانٍ بالماءِ السّاخنِ إلى مسافةِ 2 سم من أعلاه. اِربِطْ كيسَ البوليثين بِرِباطٍ مطّاطيٍّ بحيث يَظَلُّ الكيسُ فَضفاضًا حول الفِنجانِ.



3 بعد نحوِ 15 دقيقةً، استَخدِمْ إصبَعَكَ لتَختبِرَ ماءَ كلٍّ منَ الفَناجينِ الأربعة. صُفَّ الفَناجينَ بالتَّرتيبِ منَ الأَسخَنِ إلى الأَبرَدِ.

**ماذا حَدَثَ ؟**

ستُلاحِظُ أنّ الماءَ في فِنجانِ كيسِ البوليثين المُغلَقِ هو الأَسخَنُ، في حينِ أنّ الماءَ في الكيسِ الذي ظَلَّ من غيرِ عازِلٍ هو الأَبرَدُ. الهواءُ عازِلٌ جيِّدٌ، ما دامَت حَرَكَتُهُ محدودةً. كيسُ البوليثين يوفِّرُ حولَ الفِنجانِ طَبقةً منَ الهواءِ تَمنَعُ تَفلُّتَ الحرارةِ. القُطنُ يَحتوي على هواءٍ مُحتبَسٍ في أَليافِهِ. الجرائدُ تَحتوي أيضًا على هواءٍ، لكنْ بِنِسبةٍ أقلَّ ممّا في القُطنِ. مُعظَمُ الموادِّ العازِلةِ تَعتمِدُ على الهواءِ المُحتبَسِ في مَنْعِ تَسرُّبِ الحرارةِ وفقدانِها.

## للغازات كُتلة

اِربِطْ خَيطَ دوبارةٍ إلى كلٍّ من طَرَفَي قَضيبٍ خَشَبيٍّ. اِربِطِ الطَّرَفَ الآخَرَ لكلٍّ من خَيطَي الدّوبارةِ بحَلْقةِ عُلْبةٍ. عَلِّقِ القَضيبَ من مَركَزِهِ بخَيطٍ بحيث تَتوازَنُ العُلْبتانِ. اِسأَلْ راشدًا أن يَشُدَّ حَلْقةَ إحدى العُلْبتينِ برِفْقٍ لتَنفتِحَ قليلًا.

**ما الذي يَحدُثُ للتّوازُنِ في نِصفِ السّاعةِ التّاليةِ؟**

15

اللّوازم

- عُلْبتا مَشروباتٍ فَوّارة بحَلْقةِ نَزْع
- قَضيب خَشَبيّ رفيع بطول 30 سم
- خَيطُ دوبارة



### ماذا حَدَثَ ؟

ستُلاحِظُ أنّ توازُنَ العُلْبتَينِ يَختَلُّ وأنّ العُلْبةَ المَفتوحةَ ارتَفَعَت قليلًا. سَبَبُ ذلك أنّ المَشروباتِ الفَوّارةَ تَحتوي على غازِ ثاني أُكسيدِ الكربونِ مُنحَلًّا في ماءٍ مُنكَّهٍ. عندما تَنفتِحُ العُلْبةُ، يَتسرَّبُ ثاني أُكسيدِ الكربونِ مِنَ السّائلِ ببُطءٍ، مُتسبِّبًا بتَناقُصِ كُتلةِ السّائلِ. هذا يَعني أنّ مُحتَوياتِ العُلْبةِ قد قَلَّتْ وَزْنًا عمّا كانت عليه عندما كانت مُغلَقةً.

## نَظرة إلى الماضي





عاشَ الكيميائيُّ الإنجليزيُّ جون دالتون من 1766 إلى 1844. وقد قالَ إنّ المادّةَ مَصنوعةٌ من جُسَيماتٍ غيرِ مَرئيّةٍ. في المَوادِّ الجامدةِ، تكونُ الجُسَيماتُ ثابتةً معًا، وفي السَّوائلِ يُمكِنُها أن تَنزلِقَ مُتجاوِزةً بعضَها البعضَ، وفي الغازاتِ تكونُ الجُسَيماتُ مُتباعِدةً وتَتنقَّلُ بسرعةٍ كبيرةٍ.




## قارِب قابِل للنَّفخ

تَتشكَّلُ الغازاتُ والتي منها الهواءُ من جُسَيماتٍ مُتباعِدةٍ. لكن عند نَفخِ قارِبِ الإنقاذِ هذا، يُضَخُّ فيه هواءٌ تحت الضَّغطِ، ممّا يؤدّي إلى تَقريبِ جُسَيماتِ الهواءِ بعضِها من بعضٍ. وهذا يَجعَلُ القارِبَ شديدًا ويَطفو بسهولةٍ.

# الـجَوامِد والسَّوائل والغازات

يَتشكَّلُ عالَمُنا من ملايينِ الموادِّ المُختلِفةِ، لكنّ هذه الموادَّ لا تكونُ إلّا بأحدِ أَشكالٍ ثلاثةٍ - جَوامِدُ وسَوائلُ وغازاتٌ. تكونُ الجَوامِدُ، مثلُ القِرميدِ والجليدِ، صُلبةً وذاتَ شكلٍ ثابتٍ أو مُحدَّدٍ. السَّوائلُ، مثلُ الماءِ، تكونُ مائعةً وليس لها شكلٌ مُحدَّدٌ. فلها سطحٌ مُسطَّحٌ وهي تَملأُ قَعْرَ أيِّ وعاءٍ. أمّا الغازاتُ فتَنتشِرُ في كلِّ الاِتِّجاهاتِ، ويُحتفَظُ بها لذلك في أَوعيةٍ مُقفَلةٍ.

## أُشعِرِ الفَرق

لاحِظْ ما يَحدُثُ عندما تَضغَطُ غازًا (هواءً)، أو سائلًا (ماءً)، أو جامدًا (جليدًا). ستَحتاجُ في الخُطوةِ 3 لتُعِدَّ الجليدَ إلى وقتٍ إضافيٍّ.

**اللّوازم** (15)
- قِنّينة فارِغة ذات غِطاء لَولَبيّ سِعتها 500 مل
- ماء
- بالون طويل
- مُجمِّدة (فْريزَر)





**1** إمسِكِ القِنّينةَ الفارِغةَ وهي مُحكَمةُ السَّدِّ واضغَطْ عليها بقوّةٍ. ماذا يَحدُثُ للقِنّينةِ ؟



**2** الآنَ انزِعْ غِطاءَ القِنّينةِ وامْلأْها بالماءِ تمامًا. أَحكِمْ غِطاءَها وحاوِلْ أن تَضغَطَ عليها ثانيةً. هل بإمكانِكَ الآنَ أن تَسحَقَها بسهولةٍ ؟

**3** إمْلأْ بالونًا بالماءِ (فوق مَغسَلة!) واربِطْ عُنُقَهُ. إضغَطْ على البالونِ ولاحِظْ كيف يَتحرَّكُ الماءُ داخلَهُ. ضَعِ البالونَ في مُجمِّدةٍ لساعةٍ. الآنَ انظُرْ إذا كنتَ قادرًا على تحريكِ الماءِ داخلَهُ.

### ماذا حدَثَ ؟

الهواءُ غازٌ وهو قابِلٌ للضَّغطِ، وهذا يَعني أنّه يُمكِنُ ضَغطُهُ في حَيِّزٍ أصغرَ. الماءُ سائلٌ وهو غيرُ قابِلٍ للضَّغطِ، وهذا يُفسِّرُ لِمَ لا تَستطيعُ أن تَضغَطَ القِنّينةَ المَملوءةَ بالماءِ. السَّوائلُ والغازاتُ نُسمّيها مَوائعَ لأنّها قابِلةٌ للجَرَيانِ من مَوضِعٍ إلى آخرَ. عندما تَسقُطُ دَرجةُ الحرارةِ عن دَرَجةِ الصِّفرِ س، يَتجمَّدُ الماءُ إلى جليدٍ. الجَوامِدُ غيرُ قابِلةٍ للجَرَيانِ ولا للضَّغطِ.



## خَليطُ الكعك

إسألْ راشدًا أن يُساعِدَكَ في جَمْعِ الموادِّ والعُدّةِ اللّازمةِ لعَمَلِ قالَبِ كعكٍ. راقِبْ كيف تَتحوَّلُ الموادُّ إذ تَقومُ بخَفْقِها ومَزْجِها معًا. ثمّ انظُرِ المزيجَ يَتغيَّرُ أيضًا إذ تَخبِزُهُ في الفُرنِ.

40

اللّوازم
- موادُّ للكعك وعُدّة لإعداده وخَبزه
- فُرن

**كيف تَغيّرَ مزيجُ الكعك المائع إلى كعك شهيّ؟**



### ماذا حَدَثَ ؟

إنّ التَّغيُّرَ الذي يُصيبُ الكعكَ المَخبوزَ شكلًا وطعمًا، مُقارَنةً بما كانت عليه حالُ الموادِّ الأوّليّةِ، شيءٌ مُدهِشٌ. يَحتوي خليطُ الكعكِ عادةً على طحينٍ وبيضٍ وسُكّرٍ ودُهنٍ. وإذ يُخبَزُ الخليطُ في الفُرنِ، فإنّ الحرارةَ تُمدِّدُهُ وتُغيِّرُ لونَهُ وقِوامَهُ وطَعمَهُ.

## نَظرة إلى الماضي

### خيميائيّ من القَرن السّادسَ عَشَر في مُختبَره



الخيميائيّون هم الكيميائيّونَ القُدامى الذين ظَلّوا إلى ما قبلَ نحوِ 400 عامٍ يَقومونَ بتَجارِبِهم التي كانت تُشبِهُ بعضَ الشَّيءِ ما يَقومُ به الكيميائيُّ الحديثُ من إغلاءِ الأشياءِ وتَذويبِها وحَلِّها. وكان الخيميائيّونَ يَعتقِدونَ أنّه بالإمكانِ، بخَلْطِ الموادِّ بِنِسَبٍ صحيحةٍ، أن يُحوِّلوا المَعادِنَ البَخْسةَ أو الرَّخيصةَ إلى ذَهَبٍ.



### أَلواحُ خَشَب مُصنَّعة

الخَشَبُ مادّةٌ عظيمةُ الفائدةِ في الصِّناعاتِ. لكنّ فيه عائقًا – فلَوحُ الخَشَبِ لا يكونُ إلّا بعَرْضِ الجِذْعِ الذي اقتُطِعَ منه. لذا أَنتَجَ الصِّناعيّونَ نوعًا منَ الخَشَبِ المَصنوعِ من شَظايا الخَشَبِ والنُّشارةِ مُلتحِمةً معًا بالغِراءِ. وهذه تكونُ على شكلِ أَلواحٍ يَسهُلُ تَشكيلُها على النَّحوِ الذي يَرغَبُ فيه الصّانِعُ.

# خَلْط الموادّ

الموادُّ في مُعظَمِها ليست خالِصةً. وتكونُ عادةً خليطًا من موادَّ مُختلِفةٍ امتزَجَت أو اتَّحدَت بعضُها ببعضٍ بطُرُقٍ مُختلِفةٍ. على سبيلِ المِثالِ، عَيّنةُ الحَلوَياتِ هي خليطٌ منَ الطَّحينِ والدُّهنِ والماءِ، في حين تَتشكَّلُ المَشروباتُ الفَوّارةُ من ماءٍ وسُكّرٍ ومُنكِّهاتٍ وغازِ ثاني أُكسيدِ الكربونِ.

أيُّ الحُبَيبات تَختفي في الماء؟

## مَحاليل

بإمكانِنا أن نَمزُجَ الماءَ والسُّكّرَ أو المِلحَ لنُشكِّلَ مادّةً جديدةً نُسمّيها مَحلولًا. للمَحلولِ خَواصُّ تَختلِفُ عن خَواصِّ الماءِ العاديّ.

**اللّوازم** 20

- ماء دافئ
- موادُّ جامدة مثل السُّكّر والمِلح والرَّمل
- أربعةُ فَناجينَ بِلاستيكيّة
- مِلعَقةُ شاي
- عَدَسة مُكبِّرة
- مُجمِّدة



1 ضَعْ حُبَيباتٍ قليلةً من كلٍّ من أنواعِ الجَوامِدِ على طاولةٍ. أُنظُرْ إليها عبر عَدَسةٍ مُكبِّرةٍ. هل تَرى فارِقًا بين شكلِها وحجمِها؟ لحُبَيباتِ المِلحِ والسُّكّرِ جوانبُ مُستقيمةٌ – ونُسمّيها بِلّورات.

2 إِمْلأ أحدَ الأكوابِ إلى مُنتصَفِه بِماءٍ دافئٍ. أَضِفْ قليلًا منَ السُّكّرِ وراقِبْ ما يَحدُثُ لحُبَيباتِه. ثمّ أَضِفْ مِلعَقةً مَلآنةً منَ السُّكّرِ وحَرِّكِ المزيجَ. لاحِظْ حُبَيباتِ السُّكّرِ تَنحَلُّ في الماءِ وتَختفي.

3 إِمْلأ كوبًا آخَرَ إلى نِصفِهِ بالماءِ. ضَعْ هذا الفِنجانَ وفِنجانَ الماءِ السُّكّريِّ في المُجمِّدةِ لساعتَينِ أو ثلاثِ ساعاتٍ. تفقَّدِ الفِنجانَينِ كلَّ 15 دقيقةً لتَرى ما يَحدُثُ. الآنَ كَرِّرِ الخُطوتَينِ 2 و3 باستِخدامِ المِلحِ بدلَ السُّكّرِ، ثمّ باستِخدامِ الرَّملِ.

**ماذا حدَثَ؟**

تَنحَلُّ بِلّوراتُ السُّكّرِ والمِلحِ عند امتِزاجِها بالماءِ. نُسمّي النّاتِجَ مَحلولًا سُكّريًّا أو مَحلولًا مِلحيًّا. عندما تَنحَلُّ البِلّوراتُ، تتجزّأُ إلى جُسَيماتٍ هي من الصِّغَرِ بحيث لا نَراها. هذه الجُسَيماتُ تَنتشِرُ في الماءِ على نحوٍ مُنتظِمٍ. مع الموادِّ المَحلولةِ يَحدُثُ التَّجمُّدُ بدَرَجةِ حرارةٍ أقلَّ ممّا يَحدُثُ مع السَّوائلِ النَّقيّةِ، لذا فإنّ المَحاليلَ السُّكّريّةَ والمِلحيّةَ تَستغرِقُ وقتًا أطولَ لتتجمّدَ ممّا يَستغرِقُهُ الماءُ النَّقيُّ. الرَّملُ، على عكسِ السُّكّرِ والمِلحِ، مادّةٌ غيرُ قابلةٍ للانحِلالِ.

## تَسخينُ الماء

إستخدِمِ العُدّةَ نفسَها كما في التَّجرِبةِ السّابقةِ. هذه المرّةَ، املأ القِنّينةَ إلى أعلاها بماءٍ باردٍ قبل تركيزِ القَشّةِ في عُنُقِها. تأكَّدْ من ارتفاع شيءٍ مِنَ الماءِ إلى مُنتصَفِ القَشّةِ، وعَلِّمْ هناك بالقَلَمِ. الآنَ أوقِفِ القِنّينةَ بطاسٍ مِنَ الماءِ السّاخنِ وراقِبْ مُستوى الماءِ في القَشّةِ.

**اللّوازم** (10)

- قِنّينة، وقَشّةُ شُرب ومَعجونُ تَشكيل، كما في التَّجربة السّابقة
- طاس مِنَ الماء السّاخن (إستعِنْ براشد)
- قَلَمُ رصاص

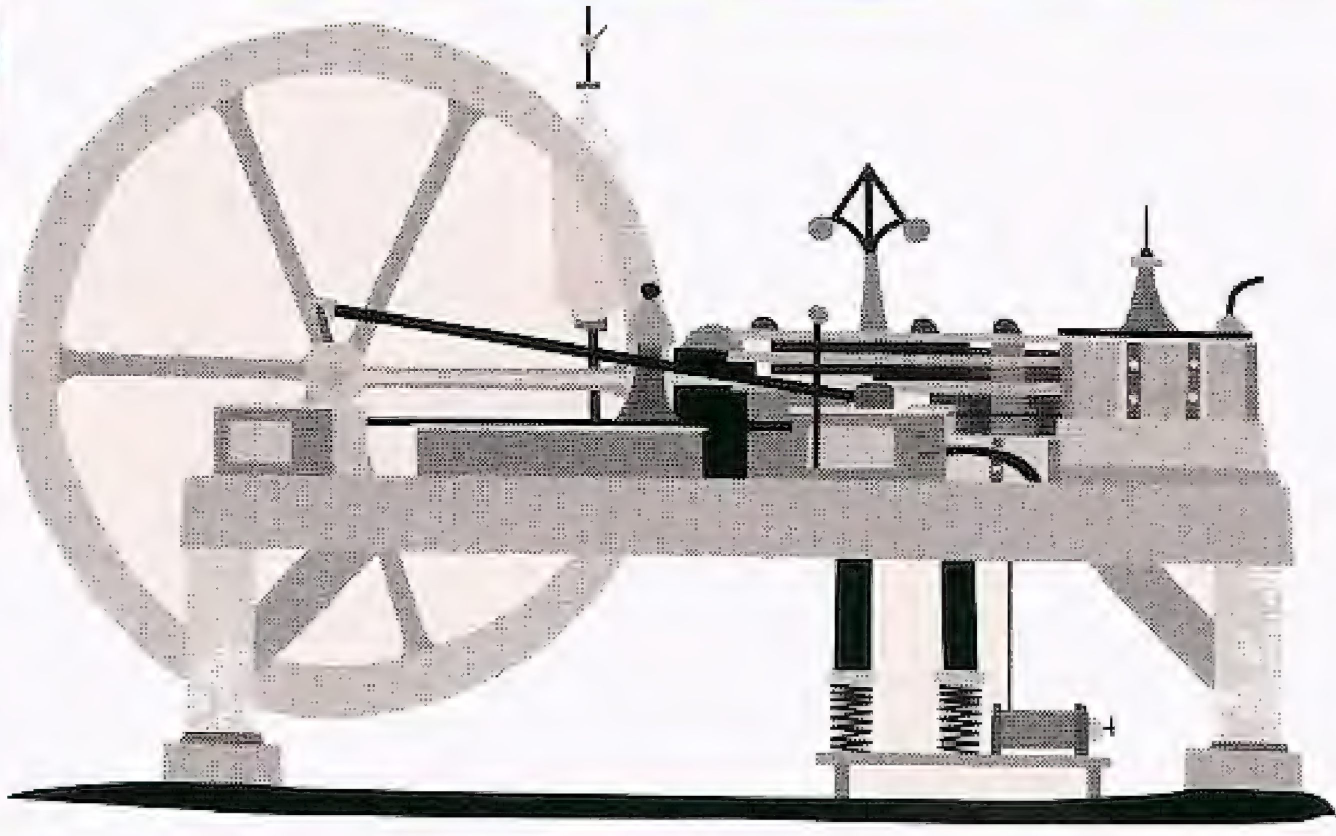
**هل تَتمدَّدُ السَّوائل قَدْرَ ما تَتمدَّدُ الغازات؟**



### ماذا حَدَثَ ؟

الجُسَيماتُ تَتحرَّكُ في الماءِ أبطأَ ممّا تَتحرَّكُ في الهواءِ. جُسَيماتُ السَّوائلِ أشدُّ تَقارُبًا من جُسَيماتِ الغازِ وهي في تَحرُّكِها تَنزلِقُ مُتجاوِزةً بعضَها البعضَ. يؤدّي تَسخينُ الماءِ إلى تَسارُعِ حركةِ الجُسَيماتِ ويَنتِجُ عن ذلك تَمدُّدُ السّائلِ وارتفاعُهُ في القَشّةِ. لكنّ تَمدُّدَ السّائلِ مَحدودٌ بالنِّسبةِ لتَمدُّدِ الغازاتِ.

## نَظرة إلى الماضي



### مُحرِّك لنُوار الغازيّ

اختُرِعَت مُحرِّكاتُ لنُوار الغازيّةُ في العام 1860. وفِكرتُها تُمثِّلُ أَساسَ فِكرةِ مُحرِّكاتِ البنزينِ والدّيزلِ الشّائعةِ اليومَ. مُحرِّكاتُ الاِحتراقِ الدّاخليِّ كلُّها تُحرِقُ مزيجًا مِنَ الوَقودِ والهواءِ داخلَ أُسطوانةٍ. الحرارةُ تُمدِّدُ الغازاتِ، وذلك يُحرِّكُ المِكبَسَ في الأُسطوانةِ. والمِكبَسُ مُتّصِلٌ بذراعِ تدويرٍ تَعمَلُ عَمَلَ دَوّاسةِ الدَّرّاجةِ مُديرةً دولابًا.



### كيف يَعمَلُ التِّرمومتر

عندما يأخُذُ شخصٌ حرارتَكَ، يتأثَّرُ سائلٌ داخلَ التِّرمومتر هو الزِّئبقُ بحرارةِ فَمِكَ فيَتمدَّدُ. وإذ يَتمدَّدُ، فإنّه يَصعَدُ في أنبوبٍ مُدرَّجٍ رفيعٍ جدًّا يُبيِّنُ دَرَجاتِ الحرارةِ.

# التَّمدُّد والتَّقلُّص

عندما تُسخَّنُ الجَوامِدُ والسَّوائلُ والغازاتُ، فإنّها تَتلقّى طاقةً وتَرتفِعُ درجةُ حرارتِها. ويكونُ من نتيجةِ ذلك أنّها تتمدَّدُ، أي تَشغَلُ حَيّزًا أكبَرَ، ونَقولُ إنّ حجمَها قد ازْدادَ. وإذ تَبرُدُ الموادُّ، فإنّها تَفقِدُ طاقةً وتَتناقَصُ درجةُ حرارتِها. في هذا الوقتِ تَتقلَّصُ الموادُّ أي يَتناقَصُ حجمُها وتَصغُرُ.

## هواء ساخن وهواء بارد

هذا النَّشاطُ يُساعِدُكَ على رؤيةِ كيف أنّ الهواءَ – وهو غازٌ غيرُ مَرئيٍّ – يَتمدَّدُ ويَتقلَّصُ عندما يَسخُنُ ويَبرُدُ. اِسأَلْ راشدًا أن يُساعِدَكَ في تَناولِ الزُّجاجِ والماءِ السّاخِنِ.

### اللّوازم

15

- قِنّينة زُجاجيّة صغيرة مَتينة، مثلًا قِنّينةُ كاتشاب فارغة
- قَشّةُ شُرْب (شَفّاطة)
- مَعجونُ تَشكيل
- فوطةُ شاي
- ماء ساخن (أُطلُبِ العَونَ من راشد)
- قُماشة باردة رَطبة
- طاسُ ماء



**1** حَوِّطْ برِفْقٍ كُرةً من مَعجونِ التَّشكيلِ حول أحدِ طَرَفَي قَشّةِ الشُّربِ. اِدفَعِ المَعجونَ داخلَ عُنُقِ القِنّينةِ لتَجعَلَها مَسيكةً للهواءِ.



**2** اِسأَلْ راشدًا أن يَنقَعَ فوطةَ الشّايِ في ماءٍ ساخنٍ ولُفَّ الفوطةَ حول القِنّينةِ.



**3** اِقلِبِ القِنّينةَ المَلفوفةَ رأسًا على عَقِبٍ وغَطِّسْ طَرَفَ القَشّةِ في ماءِ الطّاسِ. ماذا تُلاحِظُ؟



**4** أَبْقِ طَرَفَ القَشّةِ تحت سطحِ الماءِ. انزِعِ القُماشةَ السّاخنةَ من حولِ القِنّينةِ، ثمّ لُفَّ بدلَها قُماشةً باردةً. راقِبْ ما يَحدُثُ للماءِ!

### ماذا حدَثَ؟

إذ تُسخَّنُ القِنّينةَ بالفوطةِ السّاخنةِ، تكونُ تُسخِّنُ الهواءَ داخلَها. الطّاقةُ الحراريّةُ تَجعَلُ جُسَيماتِ الهواءِ الدَّقيقةَ تَتسارَعُ وتَشغَلُ حَيّزًا أكبرَ. نتيجةً لذلك، يَتمدَّدُ الهواءُ وتَخرُجُ فَقاقيعُهُ مِنَ القَشّةِ. ويكونُ لتَبريدِ القِنّينةِ تأثيرٌ مُعاكِسٌ. تَتباطأُ الجُسَيماتُ وتَشغَلُ حَيّزًا أقلَّ، أي يَتقلَّصُ الهواءُ، ويكونُ من نتيجةِ ذلك أن يَدخُلَ الماءُ إلى القِنّينةِ.

## تَسخين أَقوى

تَحتاجُ بعضُ الموادِّ إلى حرارةٍ أَقوى لجَعْلِها تَتغيَّرُ. عَيِّرِ الفُرنَ على 200°س. ضَعْ قليلًا منَ السُّكَّرِ والمِلحِ والبيضِ في كلٍّ من عُلَبِ الألمنيوم وضَعِ العُلَبَ على صينيَّةِ خَبْزٍ. اُطلُبْ من راشدٍ أن يُدخِلَ الصّينيّةَ إلى الفُرنِ وأن يُخرِجَها منه بعد 15 دقيقةً. ما الموادُّ التي تَبدو الآنَ مُختلِفةً؟

**اللّوازم** (15)

- عُلَبُ ألمنيوم (كالتي صُنِعَت سابقًا)
- سُكَّر
- مِلح
- بيض نيء
- صينيّةُ خَبْز



### ماذا حَدَثَ؟

يَذوبُ السُّكَّرُ في حرارةِ الفُرنِ ثمّ يَبدأُ بالتّحوّلِ إلى مادةٍ سمراءَ لَزِجةٍ هي في الواقعِ سُكَّرٌ محروقٌ. عندما يَبرُدُ السُّكَّرُ المحروقُ، يَعودُ فيَتحوَّلُ إلى جامدٍ. ويكونُ تَغيُّرُهُ دائمًا. يُشوى البيضُ داخلَ الفُرنِ، ويكونُ تَغيُّرُهُ أيضًا دائمًا. ذلك أنّ جُسَيماتٍ في السُّكَّرِ والبيضِ تَتفكَّكُ ثمّ تَعودُ فتَجتمِعُ مُتّحِدةً بطريقةٍ جديدةٍ. المِلحُ لا يَتأثَّرُ. ولا بُدَّ من أن تَصِلَ درجةُ الحرارةِ إلى 850°س قبل أن يَذوبَ. وعندما يَبرُدُ، يَعودُ فيَتحوَّلُ ثانيةً إلى ملحٍ جامدٍ.

## تَسخين بدرجات حرارة عالية

ضَعْ قليلًا منَ السُّكَّرِ في مِلعَقةِ شايٍ قديمةٍ. اِسأَلْ راشدًا أن يُشعِلَ الشَّمعةَ وامسِكِ المِلعَقةَ فوقها فترةً لتَسخُنَ. ماذا تَرى؟

**اللّوازم** (15)

- مِلعَقةُ شاي قديمة
- سُكَّر
- عيدانُ كِبريت (اُطلُبْ مُساعَدة راشد)
- شَمعة في طَبَق ماء صغير





**ما الذي يُحوِّلُ السُّكّر إلى اللّون الأسوَد؟**

### ماذا حَدَثَ؟

السُّكَّرُ مُركَّبٌ منَ الكربونِ والهيدروجينِ والأُكسجين. عند تَسخينِهِ إلى نحوِ 500°س، يَتفكَّكُ إلى كربونٍ، وهو الذي تَراهُ في المِلعَقةِ، وإلى بُخارٍ يَتصاعَدُ. عندما يَحدُثُ هذا، نَقولُ إنّ السُّكَّرَ قد تَحلَّلَ. وهو تَغيُّرٌ دائمٌ.



## تشكيلُ الزُّجاج

يَطرى الزُّجاجُ تدريجيًّا إذ تَرتفِعُ الحرارةُ. لتشكيلِ الزُّجاجِ، يَنفُخُ الصُّنّاعُ في أُنبوبٍ حديديٍّ لجَعْلِ فَقاقيعِ الزُّجاجِ تَتمدَّدُ. وهم يُشكِّلونَ من هذا الزُّجاجِ أباريقَ وأوعيةَ زينةٍ بديعةً.



# تَسخين الموادّ

عندما تُسخَّنُ مادّةٌ، تزدادُ درجةُ حرارتِها. يَتسبَّبُ ارتِفاعُ درجةِ الحرارةِ بتَغييرِ مظهرِ العديدِ منَ الموادِّ. مثلًا، يَنطلِقُ منَ الماءِ فقاقيعُ عند الغَلَيانِ ويَتحمَّصُ الخُبزُ. وعندما يَتوقَّفُ التَّسخينُ، تَعودُ درجةُ الحرارةِ فتَهبِطُ. يَتوقَّفُ الماءُ عن إطلاقِ الفَقاقيعِ، فنَقولُ لذلك أنّ التَّغيُّرَ في هذه الحالةِ مؤقَّتٌ. على أنّ الخُبزَ المُحمَّصَ، من ناحيةٍ أُخرى، لا يَعودُ عندما يَبرُدُ إلى حالتِهِ الأَصليّةِ. هنا الحرارةُ تَسبَّبَت بتَغيُّرٍ دائمٍ.



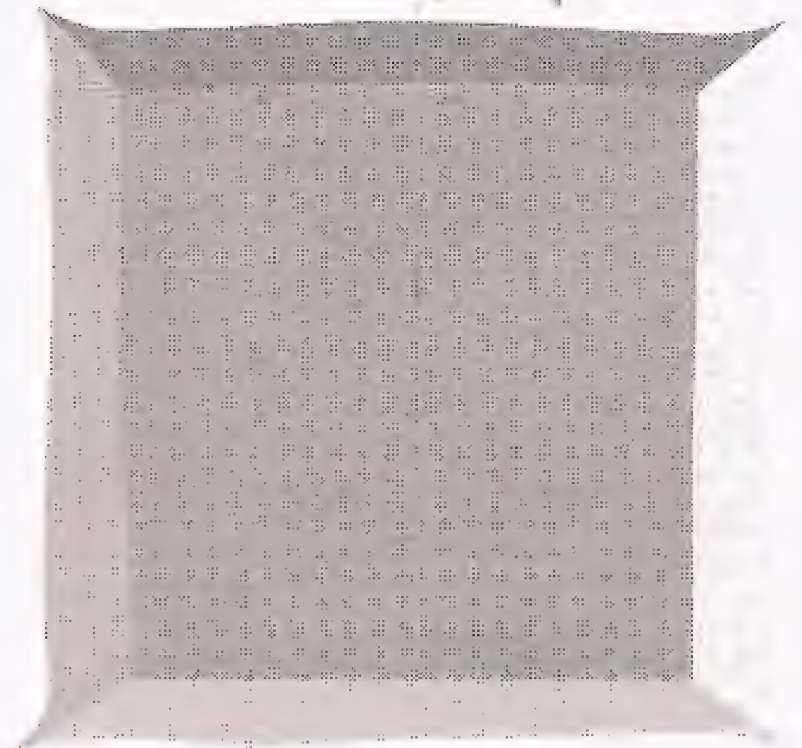

## تَسخين على نار خفيفة

تتغيّرُ بعضُ الموادِّ عندما ترتفِعُ الحرارةُ ولو ارْتفاعًا طفيفًا. عند قيامِكَ بهذا النَّشاطِ، لا تَلمِسْ لَمْبَةَ المِصْباحِ، إذ إنّها تكونُ ساخنةً.

### اللّوازم



- كُرَيّة منَ الزُّبدة
- قِطعة منَ الشّوكولاتة
- قِطعة من شَمعة
- سُكَّر
- وَرَقُ ألمنيوم
- مِقَصّ
- مِصباحُ طاولة قابِل للضَّبط
- قَشّةُ شُرْب (شَفّاطة)



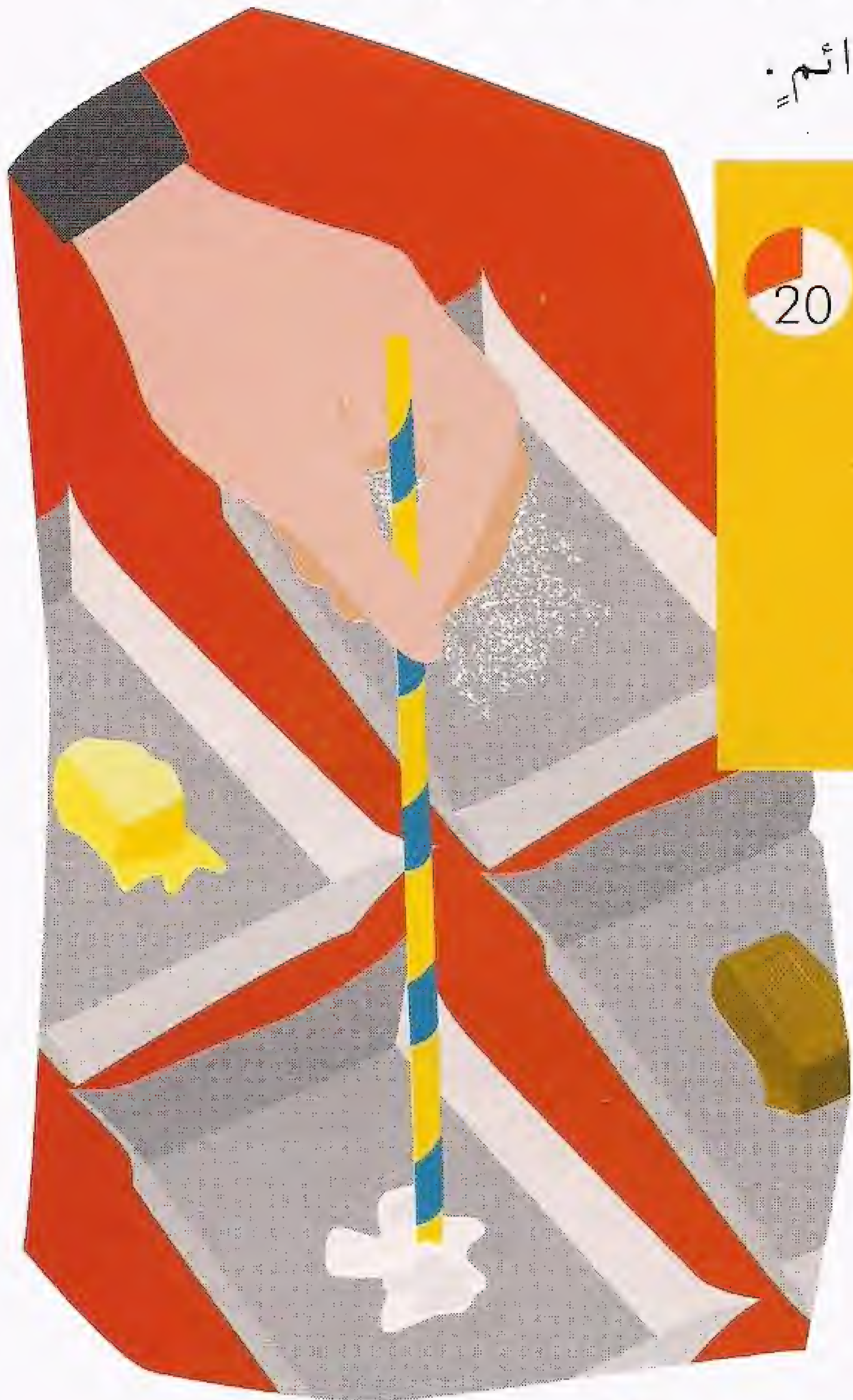
1 فَصِّلْ 4 مُربَّعاتٍ من وَرَقِ الألمنيوم قياسُ ضِلْعِها 10 سم. اِطْوِ الجوانبَ واقرُصِ القُرنَ ليكونَ لديكَ أربعُ عُلَبٍ صغيرةٍ مكشوفةِ الأعلى ومُسطَّحةِ القاعِ.



2 ضَعْ في كلٍّ منَ العُلَبِ كمّيّةً قليلةً من إحدى الموادِّ بحيث تَحتوي كلُّ عُلبةٍ على مادّةٍ مُختلِفةٍ.



3 إسألْ راشدًا أن يُضيءَ المِصباحَ ووَجِّهْهُ فوق العُلَبِ مُباشَرةً من مسافةِ 5 سم. راقِبِ العُلَبَ لمُدّةِ 5 دقائقَ لتَرى أثَرَ ضوءِ المِصباحِ على الموادِّ المُختلِفةِ.



4 أطفِئِ المِصباحَ وأبعِدْهُ عن العُلَبِ. الآنَ حَرِّكْ كلًّا منَ الموادِّ بقَشّةِ شُرْبٍ لتَرى كيف تَغيَّرت. ثمّ دَعْها تَبرُدُ.

### ماذا حَدَثَ؟

رَفَعَ المِصباحُ درجةَ الحرارةِ إلى نحوِ 75°س وسَخَّنَ على مَهْلٍ الموادَّ الأربعَ. تَذكَّرْ أنّ الماءَ يَغلي عندما نُسخِّنُهُ إلى 100°س. الزُّبدةُ والشّوكولاتة والشَّمعُ تَذوبُ وتَتحوَّلُ إلى مائعٍ كلُّها عندما تُسخَّنُ برِفقٍ على هذا النَّحوِ. نَقولُ إنّها ذابَت. عندما تَبرُدُ مُجدَّدًا، تَعودُ فتَتحوَّلُ إلى جوامِدَ. فالذَّوَبانُ تَغيُّرٌ مؤقَّتٌ. السُّكّرُ لا يَتأثَّرُ بحرارةِ المِصباحِ فلا يَتغيَّرُ أبدًا.

## الغَلَيان والتَّبخُّر

بَلِّلْ مِنديلَين قُطنيَّين وعَلِّقْهُما في الخارجِ. عَلِّقْ أحدَهما في مَوضعٍ مُشمِسٍ دافئٍ وعَلِّقِ الآخَرَ في مَوضعٍ باردٍ نوعًا. تَفقَّدِ المِنديلَين كلَّ خمسِ دقائقَ لترى كيفَ يَجِفُّ كلٌّ منهما.

20

اللّوازم
- مِنديلانِ قُطنيّانِ
- بُقعة مُشمِسة أو مَوضِع دافئ داخلَ البيت
- مَوضِع بارد نوعًا
- ماء



أيُّ المِنديلَين يكون الأسرع جفافًا؟

### ماذا حدَثَ ؟

أغلَبُ الظَّنِّ أنّك لن تَندهِشَ حين ترى أنّ المِنديلَ المُبلَّلَ أسرَعُ جفافًا في المَوضِعِ الدّافئ منه في المَوضِعِ الباردِ نوعًا. لكنْ لِمَ يَحدُثُ ذلك؟ إذ يَتلقّى الماءُ الحرارةَ منَ الهواءِ المُحيطِ، فإنّه يَتحوَّلُ إلى غازٍ نُسمّيهِ بُخارَ ماءٍ. عندما يَحدُثُ ذلك، نَقولُ إنّ الماءَ قد تَبخَّرَ. وكلَّما ارتَفَعت درجةُ الحرارةِ كان مُعدَّلُ التَّبخُّرِ أسرَعَ. لذا جَفَّ المِنديلُ المُبلَّلُ في المَوضِعِ الدّافئ في وقتٍ أقصَرَ لأنّ الماءَ هناك أسرَعُ تَبخُّرًا.





### فولاذ مائع

يَتحوَّلُ الفولاذُ إلى مائعٍ عند درجةِ حرارةٍ تُقارِبُ 1540°س. عندما يَحدُثُ ذلك، يَتوهَّجُ بلونٍ أبيضَ ويكونُ وزنُهُ نحوَ ثمانيةِ أَضعافِ وزنِ كمّيّةٍ مُماثِلةٍ منَ الماءِ. هنا يُصَبُّ الفولاذُ المائعُ في قَوالِبَ لتَشكيلِ أَجزاءِ مُحرِّكاتٍ.



### ماذا حدَثَ ؟

تَزدادُ درجةُ حرارةِ الجليدِ هُبوطًا عند إضافةِ الملحِ. الخليطُ داخلَ الفِنجانِ يَجعَلُ سطحَهُ الخارجيَّ شديدَ البرودةِ. والهواءُ من حولِنا هو غازٌ يَحتوي على بُخارِ ماءٍ محلولٍ فيه. عندما يَمَسُّ بُخارُ الماءِ غيرُ المرئيِّ هذا السَّطحَ الخارجيَّ الباردَ للفِنجانِ، يَتكثَّفُ – يَعني أنّه يَتحوَّلُ إلى ماءٍ سائلٍ. هذا الماءُ السّائلُ يَتجمَّدُ فورًا إلى جليدٍ جامدٍ. عندما تَكشِطُ شيئًا منَ الجليدِ بمِلعقةٍ، يَعودُ فيَدفأُ ويَذوبُ مُشكِّلًا ماءً سائلًا.

# حالة مُتغيِّرة

توجَدُ المادّةُ بأحدِ أشكالٍ ثلاثةٍ - جوامِدُ وسوائلُ وغازاتٌ. عندما نُسخِّنُ مادّةً، نُغيِّرُ أحيانًا حالتَها. الحرارةُ قد تُذيبُ الجامِدَ فتُحوِّلُهُ إلى سائلٍ أو قد تَجعَلُ السّائلَ يَغلي مُشكِّلًا غازًا. إنّ هذا النّوعَ منَ التّحوّلِ موَقّتٌ لأنّ هبوطَ درجةِ الحرارةِ يَعكِسُ التّغيُّرَ. الغازاتُ تَتكثّفُ إلى سوائلَ والسّوائلُ تَتجمّدُ فتَعودُ إلى حالتِها الجامدةِ.

غاز

إلى سائل

إلى جامد




على مدى ملايينِ السّنينَ، كان للماءِ الجاري دورٌ في إعطاءِ أرْضِنا شكلَها. حرارةُ الشّمسِ تُبخِّرُ مياهَ المُحيطاتِ. يَرتفِعُ بُخارُ الماءِ في الهواءِ، فيَبرُدُ مُشكِّلًا سُحُبًا من قُطيراتِ ماءٍ دقيقةٍ. هذه القُطيراتُ تَتساقَطُ مطرًا. وإذ تَجري المياهُ في الأنهارِ عائدةً إلى البحرِ فإنّها ببُطءٍ تَحفِرُ في التّلالِ والجبالِ أَودِيةً.

**اللّوازم** 30

- جليد
- مِنشَفة
- رِباطانِ مطّاطيّانِ
- مِرقاق، شَوبَك
- فِنجان كبير قاتمُ اللّون.
- مِلعَقة

الهواءُ مملوءٌ ببُخارِ ماءٍ غيرِ مَرئيٍّ. بإمكانِكَ أن تَستخدِمَ خليطَ تجميدٍ لِاحتِباسِ الغازِ وتَحويلِهِ إلى جليدٍ، وهو ما تَقدِرُ أن تَراهُ.





1 ضَعْ عَشرةَ مُكعّباتِ جليدٍ على طولِ أحدِ طَرَفَي المِنشَفةِ ولُفَّ المِنشَفةَ. اِربِطْ كلًّا من طَرَفَي المِنشَفةِ برِباطٍ مطّاطيٍّ وضَعْها على سطحٍ ثابتٍ. الآنَ اسحَقِ الجليدَ بالمِرقاقِ.

2 اِملأ الفِنجانَ إلى نصفِهِ بالجليدِ المَسحوقِ. أَضِفْ نحوَ رُبعِ فِنجانٍ منَ الملحِ. حَرِّكِ الخليطَ ثمّ اترُكِ الفِنجانَ جانبًا لنحوِ 20 دقيقةً.

3 ستَرى أنّ مادّةً بيضاءَ جامدةً قد تَشكَّلَت على السَّطحِ الخارجيِّ للفِنجانِ، وأنّها قد وَصَلَت إلى مُستوى الجليدِ والملحِ نفسِهِ داخلَ الفِنجانِ. إكشِطْ شيئًا منَ المادّةِ البيضاءِ بمِلعَقةٍ ولاحِظْ تحوّلَها إلى سائلٍ.



## اِخبِزْ نموذَجًا

قولِبْ بعضًا من مَعجونِ التَّشكيلِ الصّالحِ للخَبزِ إلى نَموذَجٍ تَختارُهُ. فكِّرْ في ما سيكونُ عليه شكلُ ذلك النَّموذَجِ وما سيكونُ مَلمَسُهُ. ثمّ اسأَلْ راشدًا أن يَتّبِعَ التَّعليماتِ التي تكونُ على عُلبةِ المَعجونِ ويَخبِزَ النَّموذَجَ في الفُرنِ. أُترُكْهُ يَبرُدُ. كيف يَبدو لك شكلُهُ الآنَ وما مَلمَسُهُ؟

15

**اللَّوازم**

- مَعجونُ تَشكيل صالِح للخَبز
- فُرن

**ما التَّغيُّرات التي حَدَثَت عندما خَبزت المَعجون؟**



### ماذا حَدَثَ؟

مَعجونُ التَّشكيلِ طريٌّ ويَسهُلُ ضَغطُهُ وتَشكيلُهُ. فهو يَحتوي على جُسَيماتٍ طويلةٍ رقيقةٍ يَنزلِقُ بعضُها على بعضٍ عندما تَضغَطُهُ. لكنْ عند خَبْزِ المَعجونِ، تَتشكّلُ بين الجُسَيماتِ وَصلاتٌ دائمةٌ، تَمنَعُ انزلاقَها وحركتَها الحُرّةَ. ولهذا يُصبِحُ المَعجونُ المَخبوزُ صُلبًا.

## تأثير كهربائيّ

إسأَلْ راشدًا أن يُعرّيَ طرفَي كلٍّ منَ السِّلكَينِ. إسأَلْه أن يَصِلَ طرفًا واحدًا من كلِّ سِلْكٍ بالبطّاريّةِ وأن يُغطِّسَ الطَّرفَ الآخرَ في ماءٍ مِلْحيٍّ. لاحِظْ ما يَحدُثُ للسِّلكَينِ. هل تَعرِفُ الرّائحةَ التي تَصدُرُ؟

20

**اللَّوازم**

- بطّاريّة 4,5 ف أو 6 ف
- سِلْكانِ مَعزولانِ (مُغلَّفانِ بپلاستيك) قياسُ كلّ منهما 20 سم.
- ملح
- كوب پلاستيكيّ شفّاف منَ الماء



### ماذا حَدَثَ؟

تُحوِّلُ الكهرباءُ جُزءًا من مَحلولِ الملحِ إلى غازٍ، ممّا يُطلِقُ فقاقيعَ. هذا الغازُ يُسمّى الكْلورَ. تَشُمُّ رائحةَ الكْلورِ في أحواضِ السِّباحةِ حيث يُستخدَمُ لتَعقيمِ الماء.



## تَفاعُل كيماويّ

هاتانِ الفَتاتانِ تَدرُسانِ التَّفاعُلاتِ الكيماويّةَ التي تَجعَلُ المادّةَ تَتغيَّرُ تغيُّرًا دائمًا. الموادُّ التي بَدأَتا بها العَمَلَ تُسمّى موادَّ مُتفاعِلةً. بعد أن تَتغيَّرَ الموادُّ المُتفاعِلةُ، تُشكِّلُ موادَّ جديدةً نُسمّيها موادَّ مُنتَجةً.

# تغيُّرات دائمة

كما رأينا في الصَّفحتَينِ 20 و21، بعضُ التَّغيُّراتِ مؤقَّتةٌ ويَسهُلُ عكسُها. على سبيلِ المِثالِ، الشّوكولاتة تَذوبُ عند التَّسخينِ لكنّها تَعودُ بعد أن تَبرُدَ فتَتحوَّلُ إلى جامدٍ. لكن منَ التَّغيُّراتِ الأُخرى ما يكونُ دائمًا لا يُعكَسُ. على سبيلِ المِثالِ، إنّ غَلْيَ بيضةٍ يُغيِّرُها على نحوٍ دائمٍ. لإحداثِ تَغيُّراتٍ دائمةٍ طُرُقٌ رئيسيّةٌ ثلاثٌ - خَلْطُ الموادِّ معًا، أو تَسخينُ الموادِّ، أو إمرارُ الكهرَباءِ فيها.



## اِخلِطْ لتُغيِّر

إنّ خَلْطَ الخَلِّ وبيكربوناتِ الصّودا معًا يولِّدُ غازَ ثاني أُكسيدِ الكربونِ، وهو غازٌ يُطفِئُ لَهَبَ النّارِ. عليكَ أن تَطلُبَ مُساعَدةَ راشدٍ في الخُطوتَينِ 2 و3 من هذا النَّشاطِ.

**اللّوازم** (15)

- بيكربونات الصّودا
- طاس صامِد للحرارة
- شَمعة قصيرة
- خَلّ
- مَعجونُ تَشكيل
- مِلعَقة



1 اِستخدِمْ مَعجونَ التَّشكيلِ لتَثبيتِ الشَّمعةِ في وَسَطِ الطّاسِ. ضَعْ حول الشَّمعةِ خمسَ مَلاعِقَ مُسطَّحةٍ من بيكربوناتِ الصّودا.



2 اِسألْ راشدًا أن يُشعِلَ الشَّمعةَ، ثمّ أن يَصُبَّ الخَلَّ في داخلِ الطّاسِ، مُتجنِّبًا اللَّهَبَ. لاحِظْ كيف يُزبِدُ السّائلُ والمسحوقُ إذ يَمتزِجانِ.



3 اِسألِ الرّاشدَ أن يَتوقَّفَ عن صَبِّ الخَلِّ عندما يَصِلُ الزَّبَدُ، أو الرَّغوةُ، إلى مُنتصَفِ الشَّمعةِ. ستَنطفِئُ الشَّمعةُ فجأةً. الآنَ اسألِ الرّاشدَ أن يُحاوِلَ إشعالَ الشَّمعةِ ثانيةً.

### ماذا حَدَثَ؟

حَدَثَ تَغيُّرٌ دائمٌ عندما مُزِجَت بيكربوناتُ الصّودا والخَلُّ معًا. جُسَيماتُ هذَينِ المادّتَينِ اتَّحَدَت بطريقةٍ مُختلِفةٍ مُشكِّلةً موادَّ جديدةً. إحدى هذه الموادِّ هو غازٌ نُسمّيهِ ثاني أُكسيدِ الكربونِ، وهو الذي يَتسبَّبُ بجَعْلِ المزيجِ يُزبِدُ. هذا الغازُ أثقَلُ منَ الهواءِ. ومع أنّكَ لا تَراهُ، فإنّه يَملأُ الطّاسَ ويُطفِئُ اللَّهَبَ. يُستخدَمُ غازُ ثاني أُكسيدِ الكربونِ في العديدِ من أنواعِ مَطافئِ النّارِ.

## نَظرة إلى الماضي

### التَّنقيب عن البترول

تَستخدِمُ السّيّاراتُ الصَّغيرةُ والشّاحناتُ على أنواعِها والسُّفُنُ والطّائراتُ وُقُودًا سائلةً مُستخرَجةً منَ النَّفط الخام. هذا السّائلُ الزّيتيُّ الأسوَدُ يُستخرَجُ من أماكِنَ عميقةٍ في باطِنِ الأرْض. أوّلُ بئرِ نَفطٍ حفَرَهُ إدْوِن دْريك في العام 1859 في ولايةِ بِنْسِلْفانيا الأميركيّة. وقد عَثَرَ على النَّفط في عُمْقِ 23 مترًا فقط. آبارُ النَّفطِ اليومَ يَصِلُ عُمْقُها إلى نحوِ 5000 مترٍ.



### مقاوَمةُ النّار بالرُّغاوة

يَرُشُّ هؤلاءِ الإطفائيّونَ وَقودَ طائرةٍ مُحترِقةٍ بالرُّغاوة. الرُّغاوةُ تُهدِّئُ النّارَ وتُبرِّدُ الوَقودَ. تَحتوي فَقاقيعُ الرُّغاوةِ على غازِ ثاني أُكسيدِ الكربونِ وموادَّ كيماويّةٍ أُخرى. وهذه تُساعِدُ على مَنْعِ الأُكسجينِ من الوصولِ إلى الوَقودِ.

## نَظرة فاحصة إلى اللَّهَب

اللّوازم
5
• شَمعة (بطول 5 سم)

إسأَلْ راشدًا أن يُشعِلَ لك شَمعةً. أُنظُرْ بأناةٍ، لكن ليس عن قُرْبٍ، لتَرى أجزاءَ اللَّهَبِ.



لِمَ يكونُ للّهب ألوان مُختلِفة؟

### ماذا حدَثَ ؟

تُذيبُ حرارةُ اللّهبِ الشّمعَ قربَ قاعدةِ الفَتيلِ. هذا الشّمعُ الذّائبُ يَتصاعَدُ في الفَتيلِ ومنه إلى اللّهَبِ. الشَّمعُ على الجُزءِ المُحترِقِ منَ الفَتيلِ يَتحوَّلُ بِفِعْلِ الحرارةِ إلى غازٍ. بُخارُ الشّمعِ هذا يَمتزِجُ بالهواءِ ويَحترِقُ - مولِّدًا الجُزءَ الأزرقَ منَ اللّهَبِ. يَرتفِعُ مزيجُ الشّمعِ والهواءِ عندئذٍ إلى وَسَطِ اللّهَبِ، حيث تتوهّجُ جُسَيماتُ كربونٍ يُطلِقُها الشّمعُ المُحترِقُ بضوءٍ أصفرَ.





# الاِحتراق

لإحداثِ احتِراقٍ ، يَلزَمُكَ وَقودٌ وهواءٌ . الوَقودُ قد يكونُ جامدًا ، مثلَ الخَشَبِ والفَحمِ الحَجَريِّ ، أو سائلًا ، مثلَ البترولِ وزيتِ البَرافين. عند احتِراقِ الوَقودِ ، يَمتزِجُ بأُكسجينِ الهواءِ ويَحدُثُ تَغيُّرٌ دائمٌ ، يَتولَّدُ عنه حرارةٌ . قبل أن يكونَ بالإمكانِ أن تَحترِقَ الوُقُدُ الصُّلبةُ بسرعةٍ ، يَنبغي أن تَتحوَّلَ إلى غازاتٍ . يُوَلِّدُ العديدُ من أنواعِ الوُقُدِ الشّائعةِ عند احتِراقِها غازَ ثاني أُكسيدِ الكربونِ وبُخارَ الماءِ .



## هواء ونار

تَعرَّفْ كيف أنّ ألسِنةَ اللَّهَبِ تَحتاجُ في احتِراقِها إلى الهواءِ، وراقِبْ كيف أنّها تَستهلِكُ جانبًا منه. إسأَلْ راشدًا أن يَقومَ أمامَكَ بهذه التَّجرِبةِ.

**اللَّوازم** (20)

- شَمعة (بطول 5 سم)
- صينيّةُ شَيٍّ مَعدِنيّة
- مَرطَبان (بَرطَمان) زُجاجيّ طويل
- ماء
- مَعجونُ تَشكيل



**1** إستخدِمْ مَعجونَ تَشكيلٍ لتَثبيتِ الشَّمعةِ في وَسَطِ الصّينيّةِ . صُبَّ ماءً في الصّينيّةِ إلى ارتِفاعِ نحوِ 2 سم .



**2** إسأَلْ راشدًا أن يُشعِلَ الشَّمعةَ ثمّ أن يُغطّيَها بالمَرطَبانِ الزُّجاجيِّ . يَنبغي أن تكونَ حافّةُ المَرطَبانِ تحت الماءِ ، مُستقِرّةً على قاعِ الصّينيّةِ .

**3** راقِبْ لَهَبَ الشَّمعةِ بانتباهٍ حالَ تَثبيتِ المَرطَبانِ في مَوضِعِهِ . ماذا يَحدُثُ لمُستوى الماءِ داخلَ المَرطَبانِ ؟

### ماذا حَدَثَ ؟

ستَرى مُستوى الماءِ في المَرطَبانِ يَرتفِعُ. وهو يَرتفِعُ ليَحِلَّ مَحَلَّ الأُكسجينِ الذي استَهلَكَهُ لَهَبُ الشَّمعةِ. وحالَما يَنفَدُ الأُكسجينُ، تَنطفِئُ الشَّمعةُ. لا يزالُ في المَرطَبانِ هواءٌ، لكنّ مُعظَمَهُ الآنَ من غازٍ نُسمّيهِ النّتروجينَ. لا يُمكِنُ أن تَحترِقَ الوُقُدُ بوجودِ النّتروجينِ وحدَهُ.

## أيُّ جُسَيمات تُربة تَمُرُّ عبر الثُّقوب الدَّقيقة؟

### اللَّوازم

15

- وَرَقة بيضاء
- كوب پلاستيكيّ شفّاف
- تُربة جافّة
- وَرَقُ ألمنيوم
- رباط مطّاطيّ
- إبرة رفيعة جدًّا

### ثُقوب أصغر

ضَعْ في الكوبِ قليلًا منَ التُّربةِ. إستخدِمِ الرِّباطَ المطّاطيَّ لتَثبيتِ وَرَقةِ الألمنيوم حول حافّةِ الكوبِ، ثمّ اثقُبْ في وَرَقةِ الألمنيوم بالإبرةِ ثُقوبًا دقيقةً. إقلِبِ الكوبَ رأسًا على عَقِبٍ ثمّ هُزَّهُ برِفْقٍ. اُنظُرْ بتَدقيقٍ إلى الجُسَيماتِ التي تَسقُطُ على الوَرَقةِ.



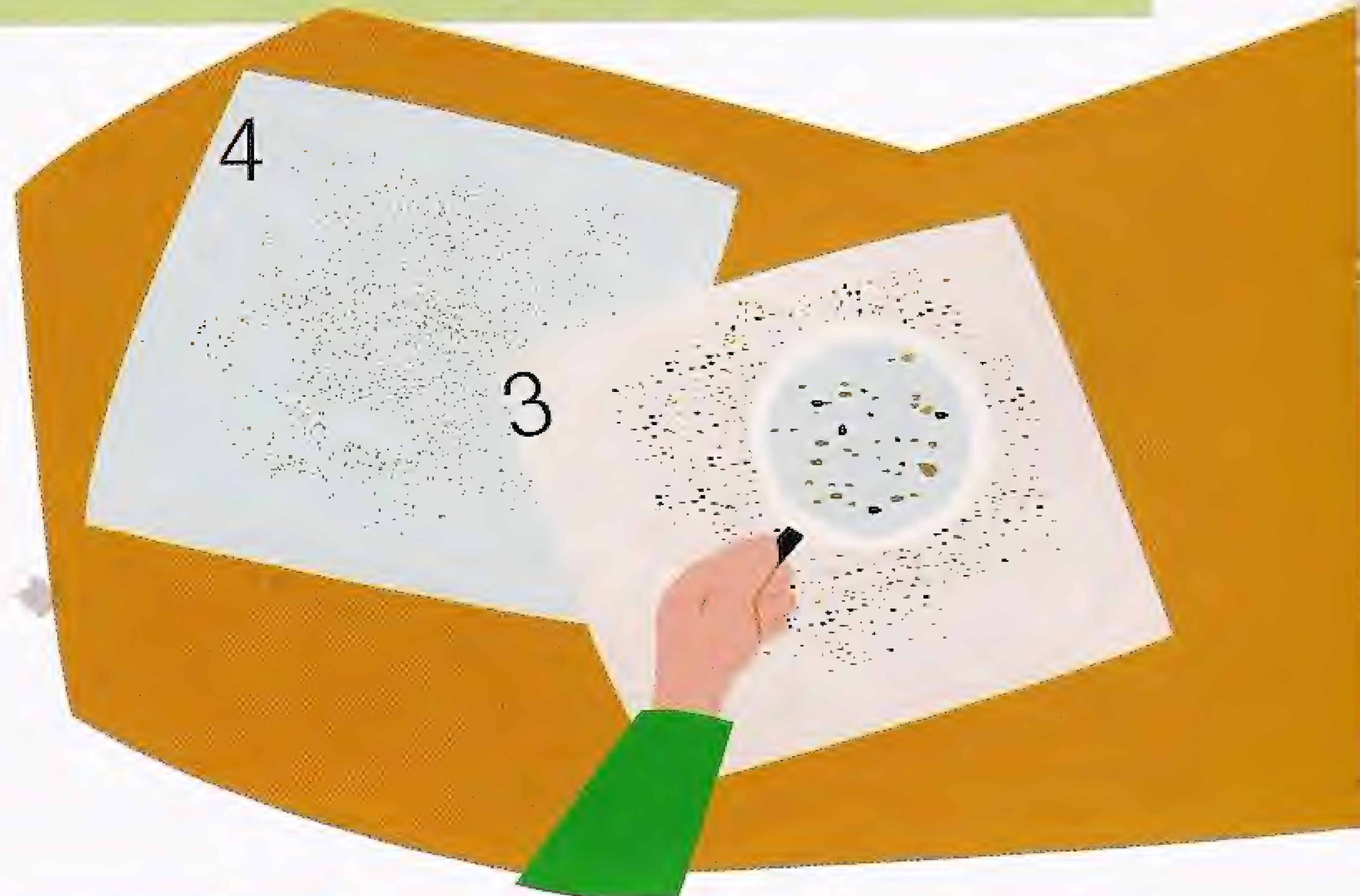
### ماذا حَدَثَ؟

قُطْرُ ثُقوبِ وَرَقِ الألمنيوم أقلُّ بكثيرٍ من 1 مم. جُسَيماتُ الطّينِ الصَلصاليِّ هي عادةً الجُزءُ الوحيدُ منَ التُّربةِ الذي يكونُ منَ الصِّغَرِ بحيث يَمُرُّ عبر مثلِ هذه الثُّقوبِ. وتَبدو هذه الجُسَيماتُ على الوَرَقةِ على شكلِ أثَرٍ من غُبارٍ. وأنت تَحتاجُ إلى ميكروسكوبٍ قويٍّ لتَرى جُسَيمًا صلصاليًّا مُفرَدًا.

### ماذا حَدَثَ؟

ثُقوبُ المِصفاةِ قُطْرُها نحو 4 مم. ولا تَمُرُّ عبر ثُقوبِها إلّا الجُسَيماتُ التي يَقِلُّ قُطْرُها عن ذلك. المُنخُلُ يَفصِلُ الجُسَيماتِ التي يَقِلُّ قُطْرُها عن 4 مم. إنّ ثُقوبَه بقُطْرِ 1 مم. فالجُسَيماتُ التي تَبقى في المُنخُلِ هي تلك التي يَزيدُ قُطْرُها على 1 مم ويَقِلُّ عن 4 مم. الجُسَيماتُ التي تَمُرُّ عبر الثُّقوبِ هي تلك التي يَقِلُّ قُطْرُها عن 1 مم. الوَرَقة 1 عليها أكبرُ الجُسَيماتِ والوَرَقة 4 عليها أصغرُها.






### تَنفُّسُ هواء نقيّ

غُبارُ الخَشَبِ الصّادرُ عن مَكِناتِ الصَّنْفرةِ الرَّمليّةِ يُمكِنُ أن يَضُرَّ بالرِّئتَين. هذانِ الرَّجُلانِ يَلبَسانِ أقنِعةً واقيةً مصنوعةً من أليافِ الوَرَقِ أو القُطنِ. الأقنِعةُ تَعمَلُ عَمَلَ مُنخُلٍ دقيقٍ للغايةِ. الفَجَواتُ بين الأَليافِ هي منَ الإتِّساعِ بحيث تَسمَحُ بمرورِ الهواءِ بحُرّيّةٍ، لكنّها منَ الصِّغَرِ بحيث تَمنَعُ جُسَيماتِ غُبارِ الخَشَبِ من اجتيازِ القِناعِ.



# غَربَلة الجوامد

بإمكانِنا أحيانًا أن نَفصِلَ الخلائطَ بالغَربَلةِ. يَصلُحُ ذلك عندما يَحتوي الخليطُ جوامِدَ من أَحجامٍ مُختلِفةٍ. على سبيلِ المِثالِ، بإمكانِنا أن نُغربِلَ التُّربةَ لأنّها خليطٌ من جوامِدَ مثلِ الرَّملِ والطّينِ الصَّلصاليِّ والدُّبالِ. الجُسَيماتُ الأكبرُ تتخلَّفُ في الغِربالِ بينما الجُسَيماتُ الأصغرُ تَمُرُّ عبر ثُقوبِ الغِربالِ وتَتجمَّعُ تحتَهُ.

## فَصْلُ التُّربة

اِستخدِمْ نَوعَينِ منَ الغَرابيلِ لفَرْزِ تُربةٍ إلى أربعةِ أكوامٍ من جُسَيماتٍ مُختلِفةِ الحجمِ.

**اللّوازم** 25

- مِصفاة
- مُنْخُل
- أربعُ أوراق كبيرة
- سَماد خليط مُعقَّم
- عَدَسة مُكبِّرة

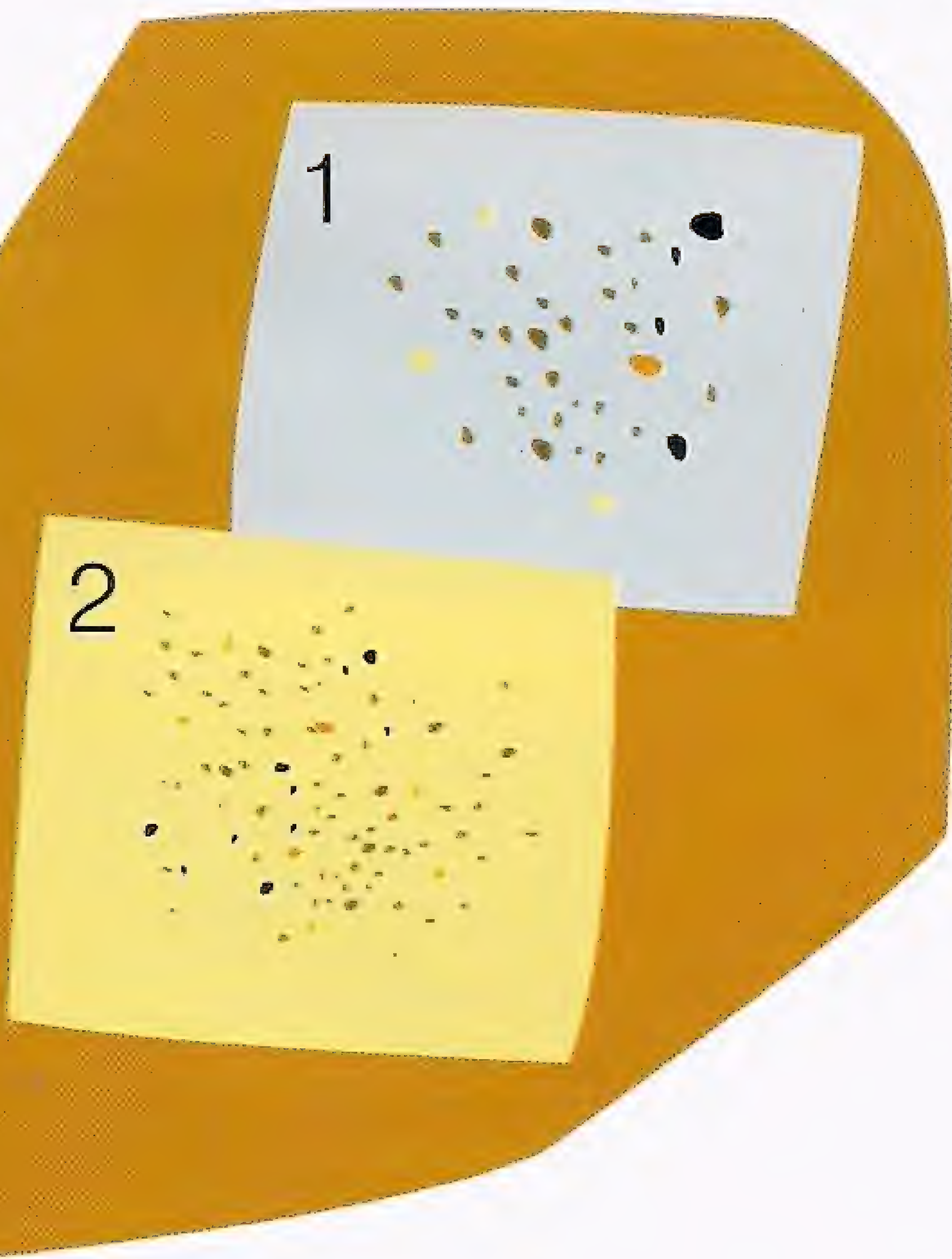



1 رَقِّمِ الأوراقَ 1، 2، 3، 4. ضَعْ في المِصفاةِ قليلًا منَ السَّمادِ الخليطِ. اِمسِكِ المِصفاةَ فوق الوَرَقة 2 وهُزَّها برِفْقٍ. عندما تَتوقَّفُ التُّربةُ عن المرورِ في الثُّقوبِ، اقلِبْ ما يَبقى في المِصفاةِ على الوَرَقة 1.




2 خُذْ قليلًا منَ الجُسَيماتِ منَ الوَرَقة 2 وضَعْها في المُنخُلِ. هُزَّ المُنخُلَ فوق الوَرَقة 4 إلى أن تَتوقَّفَ الجُسَيماتُ عن المرورِ عبر ثُقوبِهِ. اِقلِبْ ما بَقيَ فيه على الوَرَقة 3.

3 أُنشُرْ بأَناةٍ قليلًا من كلِّ كومةٍ على الأَوراقِ. أُنظُرْ بتَدقيقٍ عبر عَدَسةٍ مُكبِّرةٍ لتُقارِنَ بين أَحجامِ جُسَيماتِ الكُوَمِ المُختلِفةِ.




**نَظرة إلى الماضي**

### غَربَلةُ الدَّقيق

كانت حبوبُ القمحِ تُطحَنُ في الماضي بين قُرْصَينِ حَجَريَّينِ يَدورُ الواحِدُ منهما عكسَ اتّجاهِ الآخَرِ ونُسمّيهما حجرَيِ الرَّحى. منذ نحوِ 120 عامًا بَدأَ الطَّحّانونَ في المَجر وسويسرا باستِخدامِ دَحاريجَ أُسطوانيّةٍ لطَحنِ الحبوبِ. وكانوا يُمرِّرونَ الدَّقيقَ على عَشرةِ غَرابيلَ مُركَّزةٍ واحدها فوق الآخَرِ تَختلِفُ فُتحةُ ثُقوبِ كلٍّ منها عن الآخَرِ. وبهذه الطَّريقةِ كانوا قادِرينَ على أن يَحصُلوا على دَرَجاتٍ مُختلِفةٍ منَ الدَّقيقِ.





## تَفحُّصُ الحليب (اللَّبن)

هل الحليبُ مَحلولٌ أو مزيجٌ مُعلَّقٌ ؟ تبيَّنْ ذلك بإضافةِ قَطْرةٍ أو قَطرتَينِ منَ الحليبِ إلى كوبٍ منَ الماءِ. لاحِظْ كيف يَسقُطُ الحليبُ في الماءِ.

**اللَّوازم** 5

- كوب طويل پلاستيكيّ شفّاف منَ الماء
- حليب
- مِلعَقة صغيرة




### ماذا حَدَثَ ؟

لا تَرى خلالَ الحليبِ بوضوحٍ، حتّى إذا أنت أَضَفتَ إليه ماءً. يَتألَّفُ الحليبُ من قُطَيراتٍ منَ الدُّهنِ مُعلَّقةٍ في ماءٍ. الدُّهنُ غيرُ قابلٍ للذَّوبانِ في الماءِ والقُطَيراتُ هي منَ الصِّغَرِ بحيث لا تترسَّبُ. يُسمّي العُلَماءُ هذا النَّوعَ منَ المزيجِ مُستَحلَبًا. هذا الاِسمُ يُعطى أيضًا لمُستَحلَبِ الدِّهانِ، الذي يَتشكَّلُ من قُطَيراتٍ مِجهَريّةٍ من زيتٍ مُلوَّنٍ مُعلَّقةٍ في ماءٍ.

## نَظرة إلى الماضي

### إعدادُ الأَلوان

الدِّهانُ مُلوَّنٌ لأنّه يَحتوي على جُسَيماتٍ مُلوَّنةٍ دقيقةٍ نُسمّيها خِضابًا أو صِبْغًا. هذه الجُسَيماتُ مُعلَّقةٌ في سائلٍ نُسمّيهِ رابطًا وهو يَصلُبُ عند تَعرُّضِهِ للهواءِ. كان الفنّانونَ القُدامى يَسحَقونَ مَعادِنَ مُلوَّنةً أو موادَّ كيماويّةً لتكونَ خِضابًا أو صِبْغًا. وكانوا يَستخدِمونَ كرابِطٍ يُثبِّتُ اللَّونَ، بياضَ البيضِ أو الزُّيوتَ اللَّزِجةَ المصنوعةَ من نُسْغِ الشَّجَرِ المَغليِّ.





### مَزيج فريد

الدَّمُ هو مَحلولٌ ومزيجٌ مُعلَّقٌ في آنٍ معًا. يَجري في أَنحاءِ الجسمِ في أَوعيةٍ دَمويّةٍ نُسمّيها أَوردةً أو شَرايينَ. خلايا دمٍ حمراءُ وبيضاءُ جامدةٌ تكونُ مُعلَّقةً في سائلٍ صافٍ نُسمّيهِ البِلازما أو مَصْلَ الدَّمِ. وهذا السّائلُ هو مَحلولٌ من مِئاتِ الموادِّ المُختلِفةِ ذائبةً في ماءٍ.

# مَحاليل ومُعلَّقات

إنّ موادَّ مثلَ الملحِ والسُّكَّرِ تَنحَلُّ في الماءِ. فنَقولُ إنّها موادُّ ذَوّابةٌ أو قابِلةٌ للذَّوَبانِ. عندما تَمزُجُ الموادَّ الذَّوّابةَ مع الماءِ فإنّها تَختفي ببُطءٍ إذ تَنحَلُّ مُشكِّلةً مَحلولًا. أمّا الموادُّ مثلُ الطَّباشيرِ والرَّملِ فإنّها لا تَنحَلُّ في الماءِ. فنَقولُ إنّها موادُّ غيرُ ذَوّابةٍ، أو غيرُ قابِلةٍ للذَّوَبانِ. إنّ هَزَّ مادّةٍ غيرِ ذَوّابةٍ في الماءِ يُبعثِرُ الجُسَيماتِ خلالَ الماءِ ويُشكِّلُ مزيجًا نُسمّيهِ مزيجًا مُعلَّقًا.



## مَحلول أو مُعلَّق؟

أَضِفْ إلى قَنانٍ منَ الماءِ جوامِدَ مُختلِفةً لتَرى أيَّها يَذوبُ مُشكِّلًا مَحلولًا وأيَّها يَتبعثَرُ مُشكِّلًا مزيجًا مُعلَّقًا.

**اللَّوازم**

25

- أربعُ قَنانٍ بلاستيكيّةٍ ذات أغطية
- ماء
- مِلعَقة صغيرة
- قِمع بلاستيكيّ
- سُكَّر، رَمل ناعم، حُبَيبات قهوة سريعة التَّحضير، طحين



**1** ضَعْ مِلعَقةً واحدةً منَ السُّكَّرِ في إحدى القَناني. إستخدِمْ قِمعًا بلاستيكيًّا لإنزالِ بلّوراتِ السُّكَّرِ في القِنّينةِ. أَضِفِ السُّكَّرَ ببُطءٍ بحيث لا يَسُدُّ عُنُقَ القِمْعِ.



**2** كَرِّرِ الخُطوة 1، واضِعًا كلًّا منَ الجوامِدِ الأُخرى في قِنّينةٍ خاصّةٍ به. الآنَ امْلأْ كلًّا منَ القَناني إلى نصفِها بالماءِ وضَعْ عليها غِطاءَها. هُزَّ كلَّ قِنّينةٍ عَشْرَ مرّاتٍ.

**3** أُنظُرْ بتَدقيقٍ إلى كلٍّ منَ القَناني لتَرى إذا كنتَ لا تزالُ تَرى جُسَيماتٍ جامدةً. قَرِّرْ أيَّ الجوامِدِ يُشكِّلُ مَحلولًا وأيَّها يُشكِّلُ مزيجًا مُعلَّقًا.

### ماذا حدَثَ؟

حُبَيباتُ السُّكَّرِ والقهوةِ انحلَّت في الماءِ لتُشكِّلَ مَحلولًا. المَحاليلُ كلُّها شَفّافةٌ ويُمكِنُكَ أن تَرى خلالَها ما وراءَها من أشياءَ. مَحلولُ السُّكَّرِ لا لونَ له ومَحلولُ القهوةِ بُنّيُّ اللَّونِ. الرَّملُ والطَّحينُ لا يَنحلّانِ. ويَنتِجُ عن هَزِّهما مع الماءِ مزيجٌ مُعلَّقٌ. سُرعانَ ما تَترسَّبُ في القاعِ حُبَيباتٌ كبيرةٌ. كما أنَّ المزيجَ المُعلَّقَ لا يَسهُلُ أن تَرى الأشياءَ خلالَهُ.

## التَّرشيح عبر الرَّمل

قُصَّ القِنّينةَ نصفَين. اِقلِبِ النِّصفَ الأعلى وضَعْهُ في النِّصفِ السُّفليِّ ليكونَ قِمْعًا. اِمْلأ القِنّينةَ بالقُطنِ والحصى من حجمَينِ مُختلِفَينِ والرَّملِ. صُبَّ السَّمادَ ممزوجًا بالماءِ في القِنّينةِ ولاحِظْ تَقطُّرَهُ عبر المُرشِّحِ الذي صَنَعتَهُ. ما لونُ القَطَراتِ؟ ما سرعةُ مرورِ الماءِ عبر المُرشِّحِ؟

**اللَّوازم** 15

- قِنّينةُ شُرْب پلاستيكيّة سِعة 500 مل
- مِقَصّ
- قُطن
- رَمل وحصى
- سمادُ أُصُص
- ماء




### ماذا حدَثَ؟

الحصى والرَّملُ وأَلياف القُطنِ عَمِلَت عَمَلَ مُرشِّح. فهي تَمنَعُ الجوامِدَ التي يَحمِلُها الماءُ منَ التَّرشُّحِ. الجوامِدُ نُسمّيها فَضَلاتٍ والماءُ الذي يَمُرُّ عبر المُرشِّحِ نُسمّيهِ راشِحًا أو رُشاحةً. ماءُ الصُّنبورِ الذي نَشرَبُهُ يأتي في الغالِبِ منَ الأنهارِ والبُحَيراتِ. وهو يَمُرُّ عبر مُرشِّحاتٍ رَمليّةٍ كبيرةٍ تُصفّي الماءَ وتَجعَلُهُ نقيًّا. وتُضافُ موادُّ كيماويّةٌ لِقَتلِ الجراثيمِ.

## نَظرة إلى الماضي

### تَرشيحُ الجراثيم

في نحوِ العام 1880، اكتَشَفَ الأَطِبّاءُ أنّ العديدَ منَ الأَمراضِ تَتسبَّبُ بها الجراثيمُ. وقد صَنَّفوا الجراثيمَ إلى فئتَينِ – قابِلةٌ للتَّرشيحِ وغيرُ قابِلةٍ للتَّرشيحِ. الجراثيمُ القابِلةُ للتَّرشيحِ، ونُسمّيها بكتيريا، تُسبِّبُ أمراضًا مثلَ التَّسمُّمِ بالطَّعامِ. حجمُ هذه من الكِبَرِ بحيث يَسمَحُ باحتِباسِها بمُرشِّحٍ. أمّا الجراثيمُ غيرُ القابِلةِ للتَّرشيحِ فهي أصغرُ بكثيرٍ وتَمُرُّ عبر المُرشِّحِ. وهذه نُسمّيها ڤيروساتٍ وهي تَتسبَّبُ بأَمراضٍ مثلِ جُدَريِّ الماءِ والإنفلوَنزا.





### تغذية عبر مُرشِّح

الحوتُ الأَحدبُ يتَغذّى بالتَّرشيحِ. ففي فَمِهِ مئاتُ الصَّفائحِ الرَّقيقةِ التي تُغطّي أطرافَها الدّاخليّةَ أَليافٌ أَشبَهُ بفُرشاةٍ تَعمَلُ على تَرشيحِ واحتِباسِ جُسَيماتِ الغِذاءِ وتَخليصِها منَ الماءِ. في كلِّ مرّةٍ يَغرِفُ الحوتُ إلى فَمِهِ نحوَ 4000 لترٍ منَ الماءِ، يُرشِّحُ منها نحوَ 20 كغ من جُسَيماتِ الغِذاءِ الدَّقيقةِ.



# تَرشيح المزيج

الماءُ العَكِرُ هو مِثالٌ على المزيجِ المُعلَّقِ. يَحتوي على جُسَيماتٍ جامدةٍ دقيقةٍ مُبعثَرةٍ خلال السّائلِ. لفَصْلِ الجُسَيماتِ عن المزيجِ المُعلَّقِ، يُمكِنُ استِخدامُ مُرشِّحٍ أو فِلتَرٍ. المُرشِّحاتُ تَعمَلُ عَمَلَ مُنخُلٍ، لكنّ لها ثُقوبًا مِجهَريّةً نُسمّيها مَسامَّ، وتكونُ عادةً مصنوعةً من وَرَقٍ سميكٍ مُنتفِشٍ. يَمُرُّ الجُزءُ السّائلُ منَ المزيجِ المُعلَّقِ عبر الثُّقوبِ بين أَليافِ الوَرَقِ، بينما تُحتبَسُ الجُسَيماتُ الجامدةُ.

## تَرشيحُ الطَّحين

مَزْجُ الطَّحينِ بالماءِ يَنتِجُ عنه مزيجٌ مُعلَّقٌ ضَبابيٌّ. يُمكِنُ أن نُعيدَ الماءَ إلى صفائهِ بواسطةِ وَرَقةِ مُرشِّحِ قهوةٍ.

أيُّ كوب يَحتوي على السّائل الأكثر صفاءً؟

اللّوازم

20

- قِمعُ مُرشِّح قهوة
- وَرَقةُ مُرشِّح قهوة
- طحين
- ثلاثةُ أكواب پلاستيكيّة شفّافة
- مِلعَقة صغيرة



1 أَضِفْ نصفَ مِلعَقةٍ صغيرةٍ منَ الطَّحينِ إلى أحدِ الأكوابِ. اِملأ الكوبَ بماءٍ وحَرِّكِ المزيجَ لتَشكيلِ مزيجٍ مُعلَّقٍ من ماءٍ وطحينٍ.



2 ضَعِ القِمْعَ داخلَ كوبٍ فارغٍ وضَعْ وَرَقةَ مُرشِّحٍ داخلَ القِمْعِ. صُبَّ في المُرشِّحِ ثُلثَي مزيجِ الطَّحينِ والماءِ.



3 عندما يَمتلئُ الكوبُ إلى ثلاثةِ أَرباعِهِ، انقُلِ القِمْعَ والمُرشِّحَ إلى الكوبِ الثّالثِ الأخيرِ. أُنظُرْ إلى داخلِ وَرَقةِ المُرشِّحِ بعد أن يكونَ السّائلُ كلُّه قد تَرشَّحَ. الآنَ انظُرْ إلى السّائلِ في كلٍّ منَ الأكوابِ ولاحِظِ الفَرْقَ.

### ماذا حَدَثَ ؟

يَجري السّائلُ عبر المُرشِّحِ في البدايةِ بسرعةٍ. تُحتبَسُ مُعظَمُ الجُسَيماتِ الجامدةِ، لكنّ بعضَ الجُسَيماتِ الدَّقيقةِ تَمُرُّ خلال المُرشِّحِ. نتيجةً لذلك، يكونُ السّائلُ المُرشَّحُ في الكوبِ الأوّلِ أَغبَشَ قليلًا. ثمّ يَتباطأُ مرورُ السّائلِ إذ تَنسَدُّ مَسامُّ المُرشِّحِ. الآنَ حتّى الجُسَيماتُ الدَّقيقةُ لا تَمُرُّ، لذا يكونُ السّائلُ المُرشَّحُ في الكوبِ الثّالثِ صافيًا إلى حدٍّ بعيدٍ.

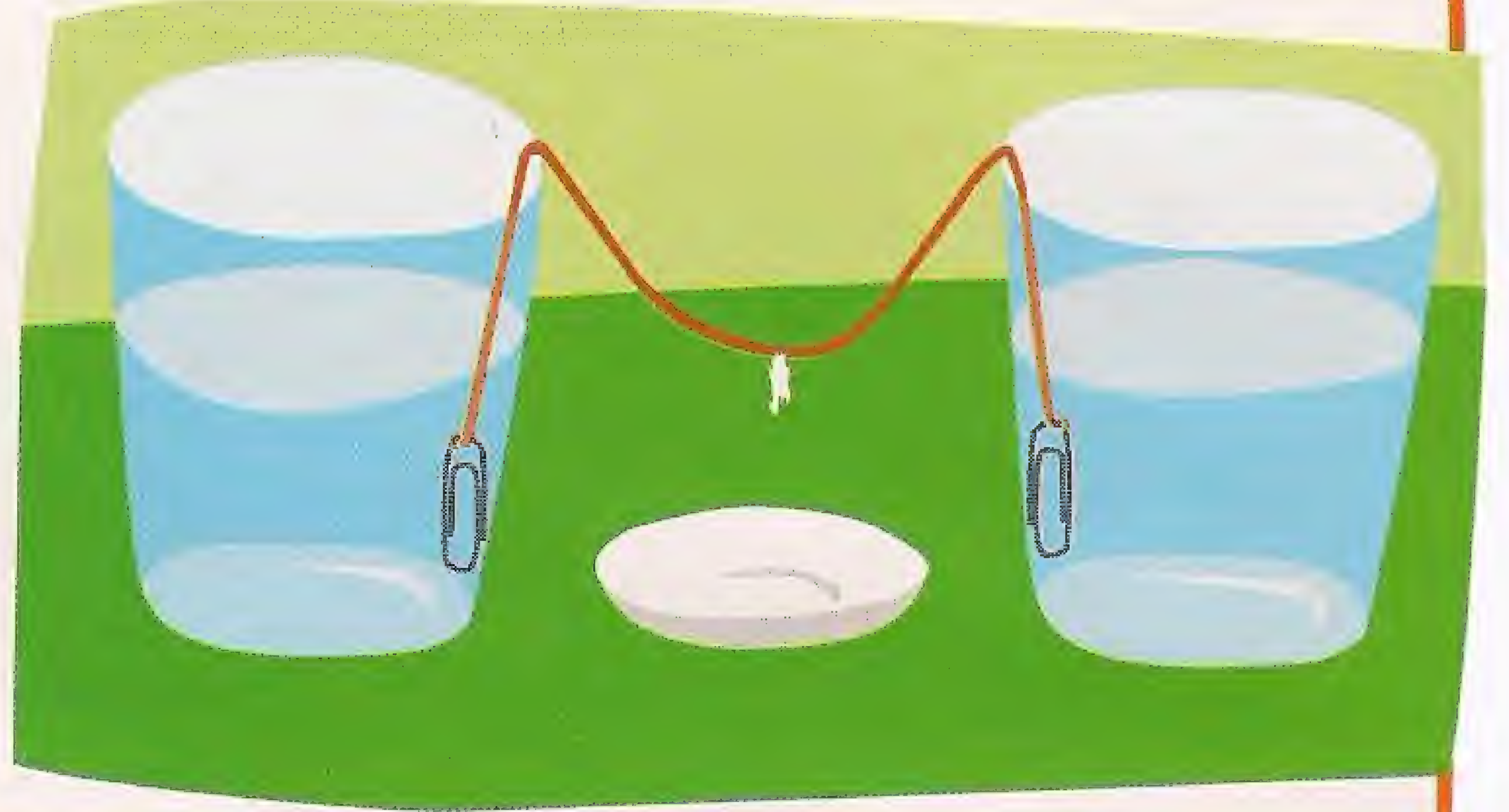
## هَوابِط على خَيطِ دوبارة

إمْلأ كلًّا منَ المَرطَبانَينِ إلى ثلاثةِ أرباعِهِ بماءٍ ساخنٍ، ثمّ ضَعْ فيه سُكّرًا مع التَّحريكِ إلى الحدِّ الذي لا يَعودُ معه السُّكّرُ يَذوبُ. ثَبِّتْ مِشبَكَ وَرَقٍ إلى كلٍّ من طَرَفَي خيطِ الصّوفِ. أنزِلْ كلًّا من طَرَفَي الخيطِ في مَرطَبانٍ بحيث يَتدلّى الخيطُ بين المَرطَبانَينِ. ضَعْ طَبَقًا صغيرًا بين المَرطَبانَينِ واترُكْهُما في مَوضِعٍ دافئٍ. تَفَقَّدِ الخيطَ يوميًّا لمدّةِ أُسبوعٍ تقريبًا.

### اللّوازم

15

- خيط منَ الصّوف
- مِشبَكا وَرَق
- ماء ساخن تَحتمِلُه اليد
- طَبَق
- مِلعَقة
- مَرطَبانانِ (بَرطَمانانِ)
- سُكّر



### ماذا حَدَثَ ؟

المَحلولُ في كِلا المَرطَبانَينِ مُشبَعٌ – أي أنّه امْتَلأَ بالسُّكّرِ ولم يَعُدْ يُذيبُ المزيدَ. السّائلُ يَتسرَّبُ عبر الخيطِ ويتجمَّعُ عند أَخفضِ نُقطةٍ في الخيطِ أي بين المَرطَبانَينِ. هنا يَتبخَّرُ الماءُ، ويَتخلَّفُ الجامدُ. فتتشكّلُ بِلَّوراتُ سُكّرٍ وتكبُرُ إذ يَمتَصُّ الخيطُ المزيدَ من مَحلولِ المَرطَبانَينِ.



### هَوابِط وصَواعِد

كثيرًا ما يَتقطّرُ ماءُ المَطَرِ عبر شُقوقِ الأَرْضِ، فيَحُلُّ في تَقطُّرِهِ الصُّخورَ الكِلْسيّةَ. إذ يَتقطّرُ الماءُ من سَقْفِ كَهْفٍ، فإنّه يَتبخَّرُ تاركًا تَرسُّباتٍ جامدةً منَ الحجرِ الكِلْسيِّ مُعلَّقةً منَ السَّقْفِ. وعلى مدى أُلوفِ السِّنينَ، تَمتدُّ هذه التَّرسُّباتُ نزولًا لتُصبحَ ما نُسمّيهِ هَوابِطَ. وحيث يَحُطُّ التَّقطُّرُ على أَرْضِ الكَهْفِ، تَتشكّلُ تَرسُّباتٌ تَرتفِعُ مع الزَّمَنِ إلى ما نُسمّيهِ صَواعِدَ.

### نَظرة إلى الماضي

#### ملحُ البحر

يَحتوي البحرُ على موادَّ عديدةٍ مَحلولةٍ فيه، وخُصوصًا ملحُ الطَّعامِ. ظَلَّ النّاسُ أُلوفَ السِّنينَ يَستخدِمونَ حرارةَ الشَّمسِ لِاستخراجِ الملحِ من مياهِ البحرِ في عَمَليّةِ تَبخُّرٍ طبيعيّةٍ. ومنَ الطَّريفِ أنّ جنودَ الرّومانِ كانوا يَتلقَّونَ كجُزءٍ من رَواتِبِهم كمّيّةً منَ الملحِ.

# مَحاليل تَتبخَّر

بإمكانِكَ أن تُعِدَّ مَحلولًا بأن تُذيبَ في الماءِ جامدًا مثلَ الملحِ. يَبدو المَحلولُ وكأنّه ماءٌ نقيٌّ لأنّ الجامدَ قد تَفكّكَ إلى جُسَيماتٍ دقيقةٍ لا تُرى. لكي تَجعَلَ الجامدَ يَعودُ إلى الظُّهورِ، بإمكانِكَ أن تُبخِّرَ المَحلولَ، أي أن تُحوِّلَهُ إلى غازٍ. إذ يَختفي السّائلُ، يَعودُ الجامدُ فيَظهَرُ لأنّه لم يَعُدْ هناك سائلٌ يَنحَلُّ فيه.



## مَحلولُ الملح المُتبخِّر



يَبدو الملحُ الجامدُ عندما يَنحَلُّ في الماءِ وكأنّه يَختفي. بإمكانِكَ أن تَجعَلَ الماءَ يَتبخَّرُ ليَعودُ الملحُ فيَظهَرَ.

**اللّوازم**

20

- ملح
- ماء دافئ
- طَبَق صغير
- كوبُ پلاستيك شفّاف
- مِلعَقة صغيرة

**ما الذي يَجعَلُ الماء يَتبخَّر؟**



1 صُبَّ في الكوبِ ماءً دافئًا إلى أن يَمتلئَ إلى ثُلْثِهِ. أَضِفْ مِلعَقةَ ملحٍ وحَرِّكْ إلى أن يَذوبَ الملحُ كلُّه.



2 صُبَّ مَحلولَ الملحِ في طَبَقٍ صغيرٍ بحيثُ تَتشكَّلُ بُرَيكةٌ قليلةُ العُمقِ، ثمّ ضَعِ الطَّبَقَ على نافذةٍ مُشمِسةٍ أو في مكانٍ آخَرَ دافئٍ مُهوًّى.

3 تَفقَّدِ الطَّبَقَ مرّتَينِ في اليومِ ولمدّةِ يومَينِ أو ثلاثةٍ. ماذا يَتشكَّلُ على الطَّبَقِ إذ يَبدأُ الماءُ بالاختِفاءِ تدريجيًّا؟

**ماذا حدَثَ؟**

الحرارةُ تَتسبَّبُ بتَبخُّرِ الماءِ – فيَتحوَّلُ إلى غازٍ غيرِ مَرئيٍّ نُسمّيهِ بُخارَ ماءٍ، يَنتشِرُ في الهواءِ. إذ يَتبخَّرُ السّائلُ منَ المَحلولِ تدريجيًّا في الهواءِ، يَتبقّى الملحُ الذي كان مُنحَلًّا فيه. بعد أن يَذوبَ الماءُ كلُّه، ستَرى طَبَقةً قِشريّةً منَ الملحِ الجامدِ قد تَخلّفَت في الطَّبَقِ.

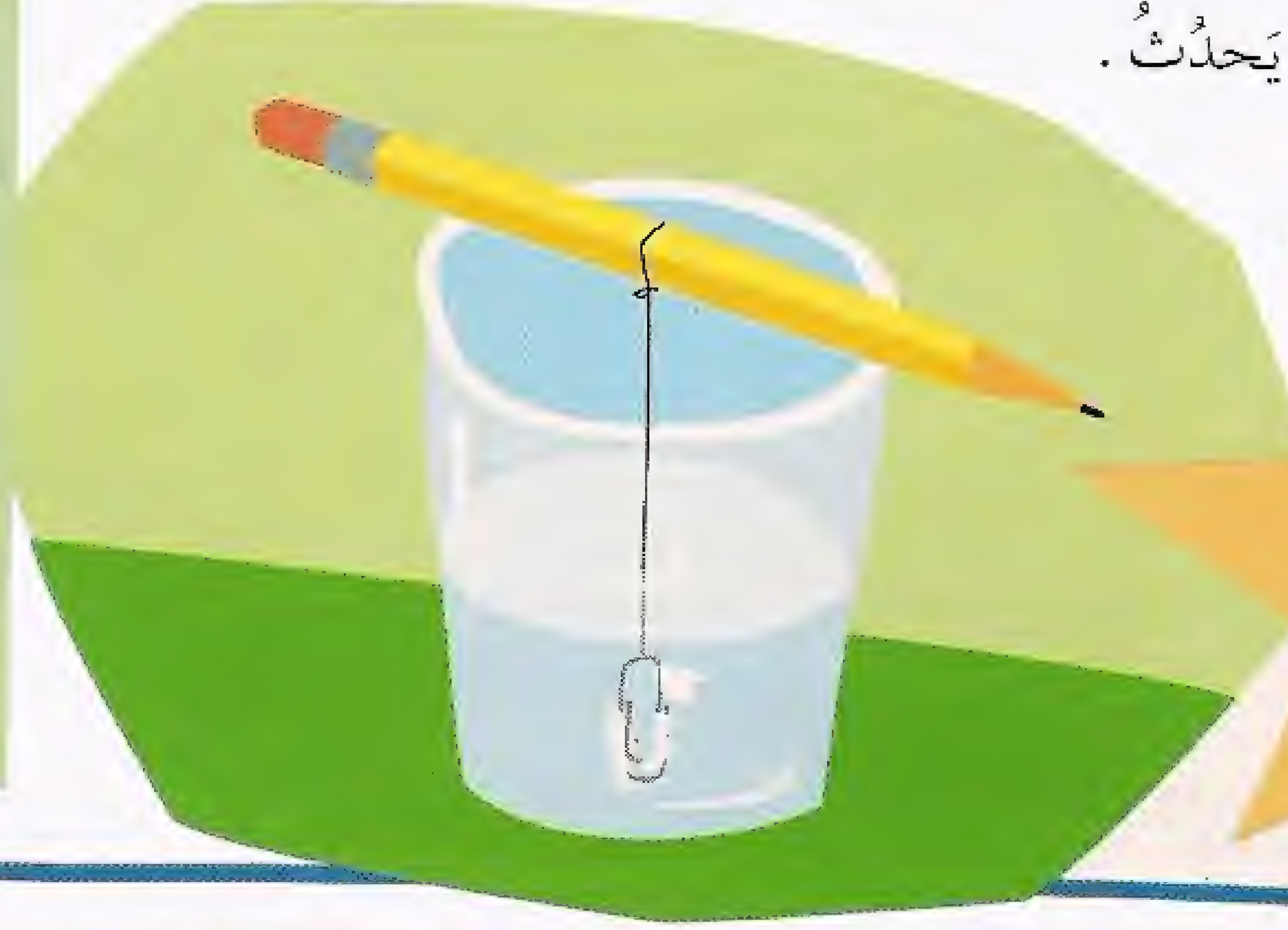
## بِلَّورات تَنمو

اللَّوازم

15

- سُكَّر أو صودا الغسيل
- كوبانِ بلاستيكيّانِ صافيانِ
- قَلَم
- خيط قُطنيّ
- مِشبَكُ وَرَق

إمْلأْ كوبًا إلى نصفِهِ بالماءِ. أَنزِلْ فيه سُكّرًا مع التَّحريكِ إلى أن يَمتنِعَ السُّكّرُ عن الإنحلالِ، ثمّ صُبَّ المَحلولَ في كوبٍ آخَرَ، تارِكًا أيَّ سُكّرٍ لم يَنحَلَّ في الكوبِ الأوّلِ. إستخدِمِ القَلَمَ وخيطَ القُطنِ لتَعليقِ مِشبَكِ الوَرَقِ وتَغطيسِهِ في المَحلولِ، كما تَرى. تَفقَّدْ مِشبَكَ الوَرَقِ يوميًّا لمدّةِ أُسبوعٍ وانظُرْ ما يَحدُثُ.



**أين نَمَت مُعظَمُ البِلَّورات؟**

### ماذا حدَثَ ؟

يَتبخَّرُ الماءُ ببُطءٍ وتَظهَرُ بِلَّوراتٌ عندما لا يَتبقّى من الماءِ ما يَكفي لحَلِّ الجامدِ كلِّه. تنمو البِلَّوراتُ على المَواضِعِ غيرِ النّاعمةِ، لذا تَراها تَتشكَّلُ أوّلًا على حَوافِّ مِشبَكِ الوَرَقِ. يَختفي ماءُ الكوبِ ببُطءٍ لأنّ سَطحَ التَّبخُّرِ محدودٌ. هذا التَّبخُّرُ البَطيءُ يُساعِدُ على نُموِّ بِلَّوراتٍ كبيرةٍ.

## فَقاقيعُ فَوّارة

اللَّوازم

5

- قِنّينتا مَشروب فَوّار صغيرتانِ
- ثلّاجة
- دَلْو ماء دافئ

ضَعْ قِنّينةَ مَشروبٍ فَوّارٍ في الثَّلّاجةِ وضَعِ الأُخرى في دَلْوِ ماءٍ دافئٍ. بعد نصفِ ساعةٍ، افتَحِ القِنّينتَينِ (فوق المَغسَلة!). ماذا تَرى؟



**أيُّ مَشروب - الدّافئ أو البارد - يُزبِدُ أكثر؟**

### ماذا حدَثَ ؟

تَتشكَّلُ المَشروباتُ الفَوّارةُ من غازِ ثاني أُكسيدِ الكربونِ مَحلولًا في ماءٍ مُنكَّهٍ. سَترى من هذا الغازِ يُزبِدُ خارجًا منَ المَشروبِ الدّافئِ أكثرَ مِمّا تَرى منه خارجًا منَ المَشروبِ البارِدِ. ذلك لأنّه يَنحَلُّ منَ الغازِ في السَّوائلِ البارِدةِ كَمّيّةٌ أكبرُ مِمّا يَنحَلُّ في السَّوائلِ الدّافئةِ. وإذ تَفتَحُ القِنّينةَ، يَتحرَّرُ الضَّغطُ الدّاخليُّ، مِمّا يَسمَحُ لفَقاقيعِ الغازِ بالتَّفلُّتِ منَ المَحلولِ.



## بُذور سُكَّريّة

يُصنَعُ السُّكّرُ من عُصارةِ قَصَبِ السُّكّرِ والشَّمندَرِ (البَنْجَر) السُّكّريِّ. يُضافُ إلى خزّانٍ ضخمٍ من مَحلولٍ سُكّريٍّ مُفرِطِ التَّشبُّعِ مئةُ غرامٍ منَ البُذورِ السُّكّريّةِ الدَّقيقةِ، أي من بِلَّوراتِ بَدْءِ التَّبلُوُرِ. وتَستغرِقُ كلُّ بِلَّورةٍ ساعتَينِ فقط لتَنموَ ويَتشكَّلَ في الخَزّانِ 20 طُنًّا من بِلَّوراتِ السُّكّرِ الجامدةِ.

# مَحاليل مُشبَعة



ما مِقدارُ السُّكّرِ الذي تَستطيعُ تَذويبَهُ في كوبٍ منَ الشّاي؟ الجوابُ هو نحو 20 مِلعَقةً. إذا زِدْتَ عن ذلك، سيَترسَّبُ السُّكّرُ في قاعِ الكوبِ من دونِ أن يَذوبَ. عندما يَتوقَّفُ المَحلولُ عن تَذويبِ المزيدِ، نَقولُ إنّه مَحلولٌ مُشبَعٌ. كَمّيّةُ الجامدِ التي تَجعَلُ المَحلولَ مُشبَعًا تَختلِفُ من مادّةٍ إلى أُخرى.

## كم المَطلوب منَ الجامد؟

قابِليّةُ الذَّوبانِ في مادّةٍ، أو الذَّوبانيّةُ، تَعني الكمّيّةَ اللّازمةَ من تلك المادّةِ لِجَعْلِ المَحلولِ مُشبَعًا. للموادِّ المُختلِفةِ قابِليّةُ ذَوبانٍ مُختلِفةٌ.

**ما المادّة الأكثر ذَوبانيّة؟**

25

اللّوازم
- بيكربونات الصّودا
- ملح
- سُكّر
- سِتُّ مَلاعِقَ صغيرة
- ثلاثةُ أكواب بلاستيكيّة صافية
- ماء
- أوراق بَيانيّة لاصِقة وقَلَم



**1** أَلصِقْ على كلِّ كوبٍ وَرَقةً بَيانيّةً واكتُبْ عليها: «سُكّر» أو «ملح» إلخ. اِمْلأ الأكوابَ إلى نصفِها بالماءِ وضَعْ في كلٍّ منها مِلعَقةً صغيرةً.



**2** أَضِفْ مِلعَقةَ سُكّرٍ إلى الكوبِ المُعلَّمِ بِكلمةِ «سُكّر». حَرِّكْ إلى أن يَذوبَ السُّكّرُ كلُّه. كَرِّرْ هذه الخُطوةَ في الأكوابِ الأُخرى مُستخدِمًا بيكربوناتِ الصّودا والملحَ.

**3** أَضِفِ المزيدَ منَ الجامدِ في كلِّ كوبٍ إلى أن يَتوقَّفَ عن الإنحلالِ. عُدَّ مَلاعِقَ الجامدِ التي ذابَت في كلِّ كوبٍ.




### ماذا حَدَثَ؟

يَحتوي كلٌّ منَ الأكوابِ على الكمّيّةِ نفسِها منَ الماءِ لِضَمانِ أن تكونَ التّجرِبةُ صحيحةً. يَذوبُ منَ السُّكّرِ كمّيّةٌ أكبرُ ممّا يَذوبُ منَ الملحِ، لذا يُمكِنُكَ القولُ إنّ للسُّكّرِ قابِليّةً أعلى للذَّوبانِ من قابِليّةِ الملحِ. ويَذوبُ من بيكربوناتِ الصّودا كمّيّةٌ أقلُّ ممّا يَذوبُ منَ السُّكّرِ أو منَ الملحِ، لذا يُمكِنُ القولُ إنّ بيكربوناتِ الصّودا هي الأقلُّ ذَوبانيّةً بين هذه الموادِّ الثّلاث.

**غير قابِل للذَّوَبان** مادّةٌ لا تَنحَلُّ في سائلٍ.

**قابِل للذَّوَبان** أو ذَوّاب. مادّةٌ تَنحَلُّ في سائلٍ.

**قابِليّةُ الذَّوَبان** أو الذَّوَبانيّةُ. قياسُ كمّيّةِ الجامدِ أو الغازِ الذي يَذوبُ في كمّيّةٍ مُعيَّنةٍ منَ السّائلِ.

**قَصِف** وَصْفٌ للجوامِدِ التي تَنقصِفُ بسرعةٍ عند حَنْيِها أو تَتكسَّرُ عند ضَرْبِها. وقَصِفٌ عكسُ مَتين.

**قوّة** دَفْع أو جَرّ. القوّةُ تؤدّي عَمَلًا، أو تُسرِّعُ الأشياءَ، أو تُبطِئُها، أو تُغيِّرُ شكلَها. القوى يُمكِنُ أيضًا أن تُلغيَ بعضَها بعضًا عندما تَدفَعُ أو تَجُرُّ عكسَ بعضِها البعضِ.

**كَبْس، ضَغْط** ضَغْطُ شيءٍ بحيث يَتضاءَلُ حجمُهُ ويَشغَلُ حَيِّزًا أصغرَ. يَسهُلُ ضَغْطُ الغازاتِ، ويكادُ يكونُ مُستحيلًا كَبْسُ السَّوائلِ أو الجوامِدِ.

**كُتلة** كمّيّةُ المادّةِ في الشَّيءِ. وحدةُ الكُتلةِ هي الكيلوغرامُ (كغ). الكيلوغرامُ الواحدُ يُساوي 1000 غرام (غ). وأَلْفُ كيلوغرامٍ يُساوي طُنًّا.

**كيماويّ** عالِمٌ يَدرُسُ كيف يَنتِجُ عن التَّغيُّراتِ الدّائمةِ موادُّ جديدةٌ. الصَّيدليُّ الذي يُحضِّرُ الأدويةَ هو كيماويٌّ.

**مادّة** كلُّ ما له كُتلةٌ ويَشغَلُ حَيِّزًا.

**مادّة كيماويّة** مادّةٌ مفرَدةٌ خالِصةٌ. ملحُ الطَّعامِ مادّةٌ كيماويّةٌ يُسمّيها الكيماويّونَ كلوريدَ الصّوديوم.

**مَتين** وَصفٌ للجوامِدِ التي لا تَنحني بسهولةٍ ولا تَتحطَّمُ عند ضَرْبِها.

**مَحلول** المزيجُ النّاتِجُ عن ذَوَبانِ مادّةٍ في سائلٍ.

**مَحلول مُشبَع** مَحلولٌ لا يَحُلُّ المزيدَ منَ الجامِدِ.

**مَرِن، مطّاط** جامدٌ يَتغيَّرُ شكلُهُ عند ضَغْطِهِ أو مَطِّهِ؛ ثمّ يَعودُ إلى شكلِهِ الأَصليِّ عند توَقُّفِ الضَّغْطِ أو المَطِّ.

**مزيج مُعلَّق** مزيجٌ يَتشكَّلُ بهَزِّ جُسَيماتٍ صغيرةٍ غيرِ قابِلة للذَّوَبانِ في سائلٍ.

**موادّ** الفولاذُ والوَرَقُ والجِلْدُ والحِجارةُ والپلاستيكُ كلُّها موادُّ. تُصنَعُ الأَشياءُ المُختلِفةُ من موادَّ مُختلِفةٍ.

**مُوَصِّل** مَعدِنٌ يَسمَحُ بسَرَيانِ الحرارةِ والكهرباءِ عبرَهُ بسهولةٍ. المَعادِنُ مثلُ النُّحاسِ والأَلمنيوم مُوَصِّلةٌ جيِّدةٌ للحرارةِ.

**وَزْن** قوّةُ الجسمِ النّاتجةُ عن شَدِّ الجاذبيّةِ لكُتلتِهِ. لكيسٍ منَ السُّكَّرِ كُتلةُ 1 كغ على الأَرْضِ و1 كغ على القَمَرِ. لكنّ وزنَهُ على الأَرْضِ سِتُّ مرّاتٍ وزنه على القَمَرِ لأنّ الجاذبيّةَ على الأَرْضِ أقوى بسِتِّ مرّاتٍ منها على القَمَرِ.

# تَعريفات

**إحتراق** لا يَتِمُّ احتِراقٌ من غيرِ أُكسجينٍ.

**انحلال، ذَوَبان** أن تَذوبَ مادّةٌ عند امتِزاجِها بسائلٍ فلا تَعود مَرئيّةً. يَنحَلُّ الملحُ في الماءِ ليُشكِّلا معًا مَحلولًا.

**بُخار** بمَعنى غاز.

**تَبخُّر** أن يَتغيَّرَ السّائلُ إلى بُخارٍ أو غازٍ، ويَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّسخينِ.

**تَجمُّد** أن يَتغيَّرَ السّائلُ إلى جامدٍ، ويَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّبريدِ.

**تَجمُّد، تَصلُّب** أن يَتحوَّلَ السّائلُ إلى جمادٍ، ويَتِمُّ ذلك عادةً بالتَّبريدِ.

**تَسييل** تَحويلُ الغازِ إلى سائلٍ، ويَتِمُّ ذلك عادةً بتَبريدِهِ.

**تَغيُّر دائم** وَصْفٌ للتَّغيُّرِ الذي يَصعُبُ العودةُ عنه.

**تَغيُّر موَقَّت** وَصْفٌ لتَغيُّرٍ يُمكِنُ عكسُهُ بسهولةٍ.

**تَقلُّص** أن يُصبحَ الشَّيءُ أصغرَ حجمًا. مُعظَمُ الجوامِدِ وكلُّ السَّوائلِ والغازاتِ تَتقلَّصُ عندما تَسقُطُ درجةُ حرارتِها.

**تَمدُّد** أن يُصبِحَ الشَّيءُ أكبرَ حجمًا. الجوامِدُ والسَّوائلُ والغازاتُ تَتمدَّدُ عندما تَتعرَّضُ للحرارةِ.

**حَجْم** قياسٌ لكَمّيّةِ الحَيِّزِ الذي يَشغَلُهُ جسمٌ. وحدةُ الحجمِ هي اللِّترُ (ل). اللِّترُ الواحدُ يُساوي 1000 مليلترٍ (مل). نُسمّي المليلتراتِ أَحيانًا سنتيمتراتٍ مُكعَّبةً (سم$^3$).

**حرارة** شكلٌ من أَشكالِ الطّاقةِ. عندما تَسري الحرارةُ في شيءٍ، تَتزايَدُ درجةُ حرارتِهِ. وتَتناقَصُ درجةُ حرارةِ الشَّيءِ عندما تَسري الحرارةُ خارجةً منه.

**خامات** موادُّ طبيعيّةٌ تُستخدَمُ في صُنْعِ مُنتَجاتٍ مُفيدةٍ. تُستخرَجُ الموادُّ الخامُ منَ الأَرْضِ (مثلُ خاماتِ الحديد، والنَّفطِ الخام)، ومن مياهِ البحرِ (مثلُ البروم واليود للاستخدامِ الطِّبّيِّ)، ومنَ الهواءِ (مثلُ الأُكسجين والنِّتروجين).

**درجةُ حرارة** وحدةٌ نَقيسُ بها سُخونةَ الشَّيءِ أو بُرودتَهُ. في مِقياس سِلْسِيوس، يَتجمَّدُ الماءُ بـ 0°س ويَغلي بـ 100°س.

**ذَوَبان** أن يَتغيَّرَ الجامدُ إلى سائلٍ، ويَتِمُّ ذلك عادةً بفِعْلِ الحرارةِ.

**رُشاحة** الجُزءُ السّائلُ الذي يَمُرُّ عبر المُرشِّحِ من مزيجٍ مُعلَّقٍ.

**ضَغْط** قياسٌ لكمّيّةِ القوّةِ التي تَضغَطُ على سَطْحِ جسمٍ. قَدَمُكَ تَضغَطُ على الأَرْضِ. ضَغْطُ الهواءِ داخلَ البالونِ يُبقيهِ مَنفوخًا.

**طاقة** القُدرةُ على إحداثِ شُغْلٍ. الحرارةُ والكهرباءُ شكلانِ من أشكالِ الطّاقةِ. تَحتوي الوُقُدُ على طاقةٍ تَتحرَّرُ عند احتِراقِها على شكلِ حرارةٍ.

**طول** قياسُ المسافةِ بين نُقطتَينِ. وحدةُ القياسِ هي المترُ (م). المترُ الواحد يُساوي 100 سنتيمترٍ (سم) أو 1000 مليمترٍ (مم). والكيلومترُ (كم) يُساوي 1000 م.

**عازِل** مادّةٌ لا تُمرِّرُ بسهولةٍ الحرارةَ أو الكهرباءَ. مُعظَمُ السَّوائلِ والغازاتِ والجوامِدِ مثل الخَشَبِ والبلاستيكِ موادُّ عازِلةٌ.

**غَلَيان** يَحدُثُ عندما تَتشكَّلُ فَقاقيعُ في سائلٍ يَتعرَّضُ للحرارةِ. تَرتفِعُ الفَقاقيعُ إلى السَّطْحِ وتَنفجِرُ مُطلِقةً بُخارًا. الغَلَيانُ أَسرَعُ طُرُقِ التَّبخُّرِ.

# مَسرَد (كَشّاف)


عرب كوميكس
www.arabcomics.net






# أنشِطة العُلوم

## المادّة والموادّ

### أكثر من 40 تجربة مدهشة

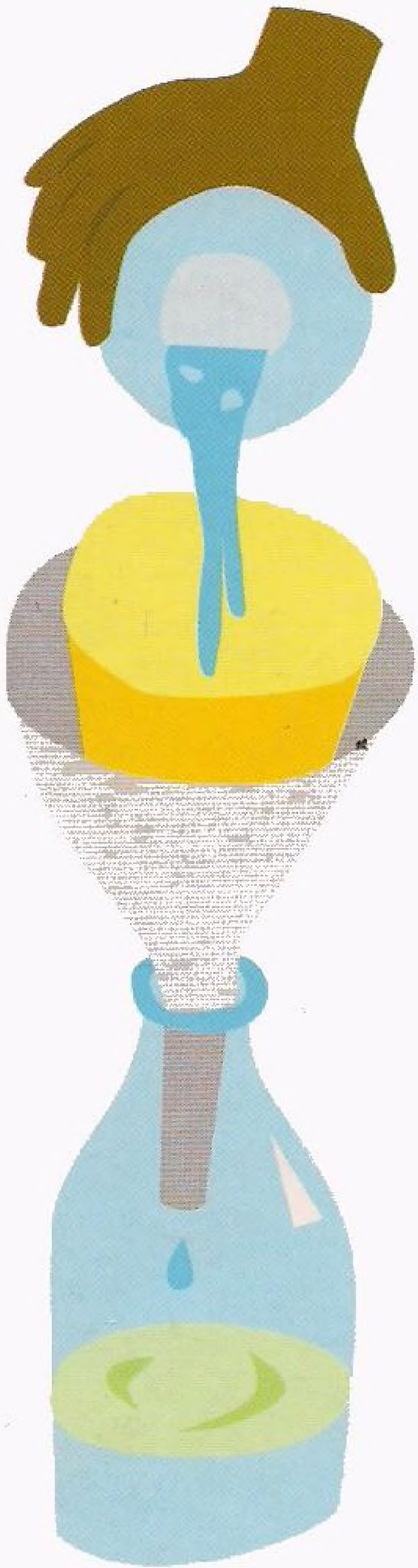


**اِكتشِفْ لِمَ تتمدَّدُ موادُّ وتنقصِفُ أُخرى!**

**تبيَّنْ كيف تحوَّلَ الهواء إلى جليد!**

**تعرَّفْ كيف تُطفئُ شمعة من دون أن تقترِبَ منها!**

اِستكشِفِ العُلوم في تَجارِبَ مثيرةٍ عظيمةِ الفائدة.
مَبادئُ العُلوم وحقائقُها تتكشَّفُ بكلّ حَيَويّتها
وبأَوضَحِ صورة من خلال موادَّ مألوفةٍ في الحياة اليوميّة.
لم يَكُنِ العِلْمُ في يوم من الأيّام على هذا القَدْرِ منَ التَّشويق.





- تَجارِبُ تَنتقِلُ بك خُطوة خُطوة - سواء القديمة منها أو الجديدة.
- إرشادات واضِحة ورُسوم بديعة.
- تعريفات ومَسرَد
- مِثاليّ لطُلّاب المدارس الاِبتدائيّة والمُتوسِّطة، ولكلّ عالِم صغير يَتفتّحُ على العِلْم ويَحلُمُ أن يَصيرَ عالِمًا كبيرًا.

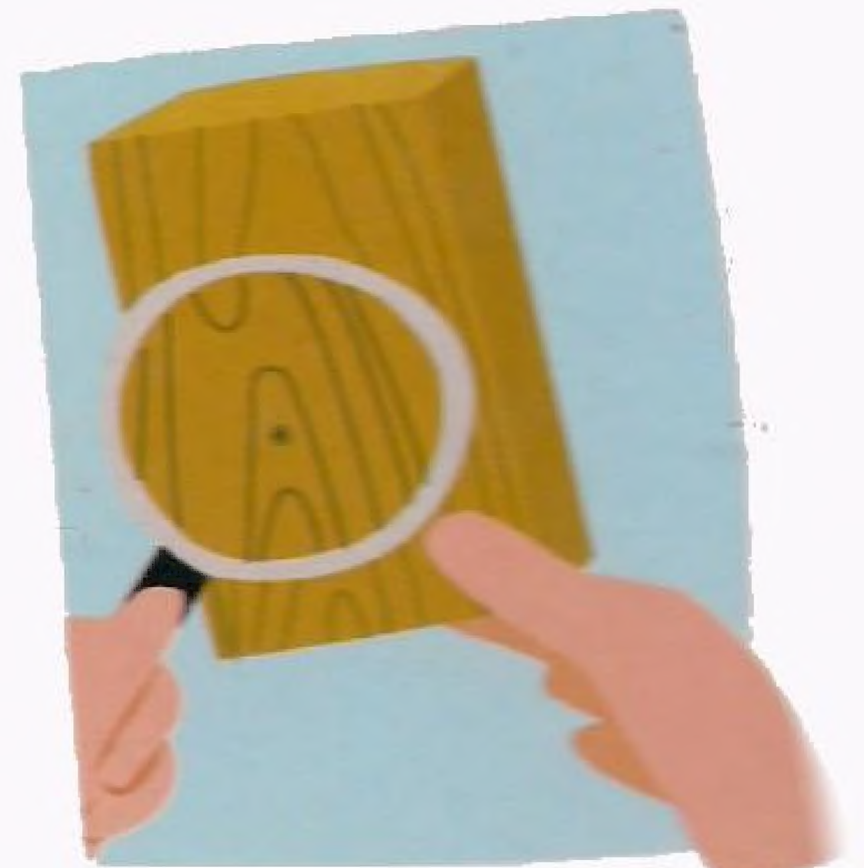
في هٰذه السِّلسِلة

**القُوى والحَركة**

**الكهرباء والمِغنطيسيّة**

**المادّة والموادّ**

**الصّوت والضّوء**



ISBN 9953-1-0515-4




MATTER AND MATERIALS
(ARABIC BUTTERFLY BOOKS)

مكتبة لبنان ناشرون

راجع كتالوغنا على: www.ldlp.com